



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMETAAN AREA KERJA PT PLN PERSERO
DISTRIBUSI JAWA TIMUR BERDASARKAN CAPAIAN
KEY PERFORMANCE INDICATOR (KPI)
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
*MODEL BASED CLUSTERING (MBC)***

**ANNISA RAMADHAN
NRP 0621164500041**

**Dosen Pembimbing
Raden Mohamad Atok, Ph.D**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMETAAN AREA KERJA PT PLN PERSERO
DISTRIBUSI JAWA TIMUR BERDASARKAN CAPAIAN
KEY PERFORMANCE INDICATOR (KPI)
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
*MODEL BASED CLUSTERING (MBC)***

**ANNISA RAMADHAN
NRP 0621164500041**

**Dosen Pembimbing
Raden Mohamad Atok, Ph.D**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL PROJECT - SS141501

**MAPPING OF PT PLN PERSERO DISTRIBUTION IN
EAST JAVA AREA BASED ON THE KEY PERFORMANCE
INDICATOR (KPI) USING MODEL BASED CLUSTERING
(MBC)**

**ANNISA RAMADHAN
SN06211645000041**

**Supervisor :
Raden Mohamad Atok, Ph.D**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMETAAN AREA KERJA PT PLN PERSERO DISTRIBUSI JAWA TIMUR BERDASARKAN CAPAIAN *KEY PERFORMANCE INDICATOR* (KPI) DENGAN *MODEL BASED CLUSTERING* (MBC)

TUGAS AKHIR

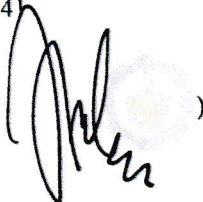
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

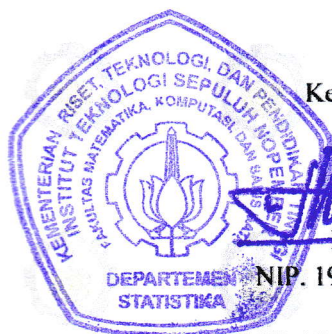
Annisa Ramadhan
NRP. 1316 105 041

Disetujui oleh Pembimbing:

Raden Mohamad Atok, Ph.D ()
NIP. 19710915 199702 1 001



Mengetahui,
Kepala Departemen



Dr. Suhartono

NIP. 19710929199512 1 001

SURABAYA, AGUSTUS 2018

**PEMETAAN AREA KERJA PT PLN PERSERO
DISTRIBUSI JAWA TIMUR BERDASARKAN
CAPAIAN *KEY PERFORMANCE INDICATOR* (KPI)
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
MODEL BASED CLUSTERING (MBC)**

Nama Mahasiswa : Annisa Ramadhan
NRP : 06211645000041
Departemen : Statistika-FMKSD-ITS
Dosen Pembimbing : Raden Mohamad Atok, Ph.D

Abstrak

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan di Indonesia. PT PLN (Persero) menjamin adanya peningkatan pelayanan publik dan meningkatkan akuntabilitas diperlukannya pengelompokan area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur dengan menggunakan metode Model Based Clustering (MBC) berdasarkan tiga belas capaian kinerja PT PLN dan tiga capaian kinerja alternatif yang pada tahun 2014 hingga 2017 yang belum memenuhi target. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat outlier multivariat serta terdapat 9 subset capaian kinerja tidak berdistribusi normal multivariat. Sehingga penggunaan metode MBC telah tepat. Hasil pengelompokan subset 1 tahun 2014 hingga 2017 yaitu 4 : 3 : 1 : 2 kelompok. Hasil pengelompokan subset 2 tahun 2014 hingga 2017 yaitu 2 kelompok. Hasil pengelompokan subset 3 tahun 2014 hingga 2017 yaitu 2 : 4 : 2 : 3 kelompok. Kelompok area kerjayang dihasilkan memiliki perbedaan yang signifikan pada capaian kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Perubahan pengelompokan pada subset 1 cenderung memampatkan. Sedangkan pada subset 2 pengelompokan tetap dengan kelompok yang sama. Pada subset 3 cenderung berbeda tanpa adanya pola.

Kata kunci: ICL, listrik, MBC, pengelompokan area kerja.

MAPPING OF PT PLN PERSERO DISTRIBUTION IN EAST JAVA AREA BASED ON THE KEY PERFORMANCE INDICATOR (KPI) USING MODEL BASED CLUSTERING (MBC)

Name : Annisa Ramadhan
Student Number : 062116450000041
Department : Statistics
Supervisors : Raden Mohamad Atok, Ph.D

Abstract

Electricity is a very important need for survival in Indonesia. PT PLN (Persero) guarantees the improvement of public services and improves the accountability of PT PLN Distribution of East Java's working area by using Model Based Clustering (MBC) method based on thirteen performance achievements of PT PLN and three alternative performance achievements which in 2014 to 2017 has not met the target. The results showed that there were multivariate outlier and 9 subset of performance achievement not multivariate normal distribution. So the use of the MBC method is correct. The result of the subset grouping of 1 year 2014 to 2017 is 4: 3: 1: 2 groups. The result of subset grouping 2 years 2014 to 2017 is 2 groups. The result of subset grouping from 2014 to 2017 is 2: 4: 2: 3 groups. The resulting work area group has a significant difference in the performance of PT PLN (Persero) Distribution East Java. Grouping changes in subset 1 tend to get. While in subset 2 grouping remain with same group. In subset 3 tends to differ without the pattern.

Keyword: Electricity, Clustering, ICL, MBC.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Statistika	7
2.1.1 Analisis Kluster.....	7
2.1.3 <i>Model Based Clustering</i> (MBC).....	8
2.1.4 Deteksi <i>Outlier</i> Multivariat.....	10
2.1.5 <i>Skewness</i> dan <i>Kurtosis</i>	12
2.2 Tinjauan Non Statistika	13
2.2.1 Pelanggan dan Kwh Terjual	13
2.2.2 Piutang, Umur Piutang dan SAIDI	13
2.2.3 Rasio Gangguan Trafo.....	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Sumber Data	15
3.2 Variabel Penelitian	15
3.3 Langkah Analisis Data.....	19
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Karakteristik SAIDI	21
4.2 Karakteristik Penjualan Listrik Rumah Tangga dan Non Rumah Tangga.....	22*
4.3 Karakteristik Pertambahan Pelanggan Rumah Tangga	23
4.4 Karakteristik Pertambahan Pelanggan Non Rumah Tangga.....	24
4.5 Karakteristik Jumlah Gangguan Penyulang	25
4.6 Karakteristik Jumlah Gangguan Trafo	26
4.7 Karakteristik Susut Listrik	27
4.8 Pemeriksaan <i>Outlier</i> Multivariat.....	28
4.9 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat	30
4.10 Pengelompokan Area Kerja berdasarkan Capaian Kinerja PT PLN Distribusi Jawa Timur.....	32
4.11 Uji Perbedaan Kelompok	43
4.12 Analisis Karakteristik Kelompok Area Kerja	44
BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Halaman	
Tabel 3.1	Variabel Penelitian..... 15
Tabel 3.2	Variabel Area Kerja 15
Tabel 3.3	<i>Subset</i> 17
Tabel 3.4	Struktur data <i>Subset</i> 18
Tabel 4.1	Rekapan Jumlah Area Kerja PT PLN Distribusi Jatim yang Terdeteksi Outlier 30
Tabel 4.2	Rekapan pemeriksaan asumsi distribusi pada kombinasi variabel <i>subset</i> s1 dan s2 31
Tabel 4.3	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 1 tahun 2014 33
Tabel 4.4	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 1 tahun 2015 34
Tabel 4.5	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 1 tahun 2017 36
Tabel 4.6	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 2 tahun 2014 37
Tabel 4.7	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 2 tahun 2015 38
Tabel 4.8	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 2 tahun 2016 40
Tabel 4.9	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 2 tahun 2017 41
Tabel 4.10	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 2 tahun 2014 37
Tabel 4.11	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 2 tahun 2015 38
Tabel 4.12	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset</i> 2 tahun 2016 40

Tabel 4.13	Hasil pengelompokan Area Kerja <i>Subset 2</i> tahun 2017	41
Tabel 4.14	Rekapan <i>Kruskal Walis</i> pada <i>subset s1</i>	44
Tabel 4.15	Rekapan <i>Kruskal Walis</i> pada <i>subset s2</i>	44
Tabel 4.16	Rekapan <i>Kruskal Walis</i> pada <i>subset s3</i>	44
Tabel 4.17	Rata-rata Karakteristik Pengelompokan berdasarkan Kinerja Produksi dan Proses (<i>subset s1</i>)	44
Tabel 4.18	Rata-rata Karakteristik Pengelompokan berdasarkan Kinerja Tenaga kerja dan Keuangan (<i>subset s2</i>)	47
Tabel 4.19	Rata-rata Karakteristik Pengelompokan berdasarkan Kinerja Alternatif (<i>subset s3</i>)	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Peta Area Kerja	18
Gambar 4.1 Karakteristik SAIDI.....	19
Gambar 4.2 Karakteristik Penjualan Listrik Rumah Tangga dan Non Rumah Tangga.....	24
Gambar 4.3 Karakteristik Pertambahan Pelanggan Rumah Tangga	25
Gambar 4.4 Karakteristik Pertambahan Pelanggan Non Rumah Tangga.....	26
Gambar 4.5 Karakteristik Jumlah Gangguan Penyulang	27
Gambar 4.6 Karakteristik Jumlah Gangguan Trafo	28
Gambar 4.7 Karakteristik Susut Listrik.....	29
Gambar 4.8 <i>Distance-distance Plot Subset s1</i>	32
Gambar 4.9 <i>Distance-distance Plot Subset s2</i>	33
Gambar 4.10 <i>Distance-distance Plot Subset s3</i>	33
Gambar 4.11 Marginal kontur plot <i>subset 1</i> tahun 2014.....	35
Gambar 4.12 Marginal kontur plot <i>subset 1</i> tahun 2015.....	36
Gambar 4.13 Marginal kontur plot <i>subset 1</i> tahun 2016.....	37
Gambar 4.14 Marginal kontur plot <i>subset 1</i> tahun 2017.....	38
Gambar 4.15 Marginal kontur plot <i>subset 2</i> tahun 2014.....	39
Gambar 4.16 Marginal kontur plot <i>subset 2</i> tahun 2015.....	41
Gambar 4.17 Marginal kontur plot <i>subset 2</i> tahun 2016.....	43
Gambar 4.18 Marginal kontur plot <i>subset 2</i> tahun 2017.....	44
Gambar 4.19 Marginal kontur plot <i>subset 3</i> tahun 2014.....	46
Gambar 4.20 Marginal kontur plot <i>subset 3</i> tahun 2015.....	47
Gambar 4.21 Marginal kontur plot <i>subset 3</i> tahun 2016.....	49
Gambar 4.22 Marginal kontur plot <i>subset 3</i> tahun 2017.....	50
Gambar 4.23 Karakteristik Pengelompokan <i>subset s1</i>	53

Gambar 4.24Karakteristik Pengelompokan *subset* s2.....56

Gambar 4.25Karakteristik Pengelompokan *subset* s3.....57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Capaian Kinerja PT PLN Tahun 2014.....	53
Lampiran 2 Data Capaian Kinerja PT PLN Tahun 2015.....	54
Lampiran 3 Data Capaian Kinerja PT PLN Tahun 2016.....	55
Lampiran 4 Data Capaian Kinerja PT PLN Tahun 2017.....	56
Lampiran 5 Rekapitan Pemeriksaan <i>Outlier</i> Multivariat dengan <i>software R</i>	57
Lampiran 6 Pemeriksaan Mardia Test	63
Lampiran 7 Tata Nama Model-Based Clustering dalam <i>Software R Package Teigen</i>	66
Lampiran 8 Pengelompokan <i>Model Based Clustering</i> –ICL.....	67
Lampiran 9 Pengujian <i>Kruskal Wallis</i>	67

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan di Indonesia. Listrik digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, perkantoran, bisnis hingga industri. Perusahaan milik negara yang bergerak di bidang ketenagalistrikan baik dari mulai mengoperasikan pembangkit listrik sampai dengan melakukan transmisi kepada masyarakat di seluruh wilayah Indonesia adalah PT PLN (Persero) (ESDM, 2017). PT PLN (Persero) memiliki wilayah kerja di seluruh daerah di Indonesia. Salah satunya adalah PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur memiliki enam belas area pendistribusian listrik. PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur terus berupaya untuk meningkatkan pelayanan publik di seluruh enam belas area pendistribusian listrik (area kerja PLN). Dalam rangka menjamin adanya peningkatan pelayanan publik dan meningkatkan akuntabilitas diperlukannya pengukuran kinerja PT PLN (persero). Pengukuran kinerja dilakukan dengan membandingkan antara kinerja yang direncanakan dengan kinerja yang diharapkan. Pengukuran kinerja dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan maupun kegagalan dalam pencapaian rencana kinerja dan sebagai bahan evaluasi akuntabilitas kinerja.

Tahun 2014 hingga 2017, terdapat tiga belas indikator capaian kinerja yang belum tercapai oleh PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Tiga belas indikator tersebut yaitu capaian kinerja *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI), penjualan listrik rumah tangga, penjualan listrik non rumah tangga, penambahan jumlah pelanggan rumah tangga, per-tambahan jumlah pelanggan non rumah tangga, jumlah gangguan penyulang listrik per 100kms, jumlah gangguan trafo, susut listrik, produktifitas pegawai, *operating expenditure non fuel* (*opex non-fuel*), biaya pokok penyediaan listrik (BPP), harga jual rata-rata, dan umur piutang. Upaya mengatasi capaian kinerja yang gagal dalam pencapaian

rencana kerja adalah dengan memperlakukan kebijakan khusus atau perencanaan strategis pada area yang memiliki capaian kinerja yang berbeda. Pengelompokan area kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur berdasarkan indikator tiga belas capaian kinerja PT PLN Distribusi Jawa Timur serta tiga capaian kinerja alternatif dengan metode *Model Based Clustering* (MBC) pada pemilihan model terbaik dengan *Integrated Completed Likelihood* (ICL).

Adanya *outlier* pada data menyebabkan distribusi data menjadi lebih landai dan hasil pengelompokan menjadi bias (Andrews, 2011). Keberadaan *outlier* bisa menjadi salah satu penyebab analisis yang dihasilkan tidak menggambarkan dengan baik keadaan di lapangan. *Model Based Clustering* (MBC) memiliki keunggulan dalam pengelompokan objek. Keunggulan tersebut yaitu metode MBC dapat digunakan pada semua distribusi. Baik itu distribusi normal multivariat maupun tidak distribusi normal multivariat. Hal ini dikarenakan metode MBC mengikuti pola distribusi peluang pada masing masing parameter (Banfield & Raftery, 1993). Sehingga apabila data pengamatan distribusi data multivariat yang tidak mengikuti distribusi normal akibat keberadaan *outlier* maka dapat menggunakan metode MBC. Hal ini telah diteliti oleh McLachlan & Peel (2000). Hasil penelitian tersebut mengemukakan bahwa untuk kasus data mengandung *outlier*, penggunaan metode MBC akan memberikan hasil *clustering* yang lebih *robust* dalam mengatasi efek *outlier* pada estimasi parameter. Selanjutnya penelitian dari Zulkarnaen (2012) mengenai pemetaan pada data pelanggan PT PLN dengan menggunakan metode *K-means*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola penggolongan pelanggan yang ada sebelumnya belum optimal. Meskipun penggunaan algoritma k-mean untuk menganalisis sistem pengelompokan pelanggan PT PLN cukup representatif karena proses yang dilakukan dalam algoritma *K-means* menggunakan prinsip kedekatan jarak nilai data, namun penerapannya sering ditemukan data *outlier*, untuk itu Zulkarnaen berpendapat bahwa salah satu kekurangan algoritma *K-means*

dalam proses pengelompokan ialah sering munculnya *outlier*. Kemudian penelitian lain oleh Fraley & Raftery (1998) mengenai pengelompokan diagnosis diabetes dengan menggunakan metode *single link*, *standard K-means*, dan MBC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode MBC memberikan hasil pengelompokan yang lebih *robust* dibandingkan metode *single link* dan *standard K-means*.

MBC memiliki beberapa metode pemilihan model. Salah satu metode yang digunakan untuk pemilihan model terbaik adalah dengan metode *Integrated Completed Likelihood* (ICL) (Biernacki *et al.*, 2000). Metode ICL dianjurkan oleh Biernacki *et al.* (2000) dan Wyse *et al.* (2014). Penelitian Biernacki *et al.* (2000) berjudul *Assessing a Mixture Model for Clustering with the Integrated Completed Likelihood*. Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa percobaan numerik pada data simulasi menunjukkan bahwa kriteria ICL memberikan hasil pengelompokan yang lebih baik dibandingkan BIC. Penelitian Wyse *et al.* (2014) berjudul *Inferring structure in bipartite networks using the latent block model and exact ICL*. Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa percobaan pada data jaringan simulasi *bivariate* bahwa kriteria ICL memberikan hasil pengelompokan yang lebih baik dibandingkan LB.

Sehingga pada penelitian ini dilakukan analisis pengelompokan area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur. Pengelompokan menggunakan metode MBC. Hasil penelitian diharapkan bisa menghasilkan penduga yang *robust* untuk mengelompokkan area kerja berdasarkan data capaian KPI yang diduga cenderung bervariasi dan memuat *outlier*. Variabel yang digunakan pada penelitian ini mengacu kepada tiga belas capaian kinerja yang belum tercapai oleh PT PLN Distribusi Jawa Timur dan tiga capaian kinerja alternatif yaitu *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI), penjualan listrik rumah tangga, penjualan listrik non rumah tangga, penambahan jumlah pelanggan rumah tangga, penambahan jumlah pelanggan non rumah tangga, jumlah gangguan penyulang listrik per 100kms,

jumlah gangguan trafo, susut listrik, produktifitas pegawai, *operating expenditure non fuel (opex non-fuel)*, biaya pokok penyediaan listrik (BPP), harga jual rata-rata, rasio umur piutang terboboti, penjualan listrik per pelanggan, presentase gangguan trafo dan presentase susut listrik. Sehingga hasil dari pemetaan menggunakan metode MBC didapatkan *mapping* area kerja PT PLN (Persero) distribusi Jawa Timur berdasarkan karakteristik pada setiap area kerja di Jawa Timur. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan masukan atau sebagai bahan pertimbangan untuk merumuskan perencanaan strategis kepada PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur agar dapat meningkatkan pelayanan publik yang lebih baik lagi kepada Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam rangka menjamin adanya peningkatan pelayanan publik dan meningkatkan akuntabilitas, PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur memonitoring capaian kinerja pada setiap area kerja. Tahun 2014 hingga 2017, terdapat tiga belas indikator capaian kinerja yang belum tercapai oleh PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Upaya mengatasi capaian kinerja belum tercapai dari rencana kerja, maka dilakukan pengelompokan area kerja berdasarkan tiga belas capaian kinerja yang masih belum tercapai dan tiga capaian kinerja alternatif dengan metode *Model Based Clustering* (MBC) pada pemilihan model terbaik dengan *Integrated Completed Likelihood* (ICL) agar PT PLN (Perser) Distribusi Jawa Timur dapat memberikan kebijakan khusus atau perencanaan strategis pada kelompok area yang memiliki capaian kinerja yang berbeda.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diperoleh berdasarkan rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil pengelompokan dan pemetaan area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur tahun 2014 hingga 2017 menggunakan metode MBC dengan Kriteria ICL

2. Mendapatkan perubahan pengelompokan dan pemetaan area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur tahun 2014 hingga 2017 menggunakan metode MBC dengan Kriteria ICL
3. Mendapatkan karakteristik tiap kelompok yang terbentuk

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah memberi informasi mengenai pemetaan area kerja berdasarkan tiga belas capaian kinerja yang masih belum memenuhi target PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dan tiga capaian kinerja alternatif. Sehingga penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dapat memberikan kebijakan khusus atau perencanaan strategis pada kelompok area yang memiliki capaian kinerja yang berbeda

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah dari hanya enam belas dari lima puluh tujuh capaian kinerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Tiga belas capaian kinerja yang digunakan yaitu capaian kinerja yang masih belum tercapai oleh PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Statistika

Tinjauan statistika akan dikaji teori-teori yang berkaitan dengan analisis kluster, *Model Based Clustering* (MBC), deteksi *outlier* multivariat, *skewness* dan *kurtosis*.

2.1.1 Analisis Kluster

Analisis kluster merupakan suatu teknik analisis statistik yang ditujukan untuk menempatkan sekumpulan obyek ke dalam dua atau lebih kelompok berdasarkan kesamaan dalam satu kelompok dan yang memiliki perbedaan dengan kelompok lain (Hair, 1995). Penempatan objek dilakukan dengan mencari pola dalam kumpulan data agar hasil yang didapatkan optimal. Ciri sebuah kluster yang baik adalah kluster yang mempunyai homogenitas (kesamaan) yang tinggi antar anggota dalam satu kluster (*within cluster*). Sedangkan antar kluster satu dengan yang lainnya (*between cluster*) diharapkan memiliki heterogenitas (perbedaan) yang tinggi.

Ada beberapa cara mengukur kesamaan antar objek, salah satunya adalah *Mixtures of Distribution*. *Mixtures of Distribution* merupakan identifikasi kelompok melalui distribusi probabilitas. Keseluruhan populasi dimodelkan sebagai sebuah *mixture* dari distribusi. Pengelompokan pada metode ini adalah pengelompokan berdasarkan model dari distribusi probabilitas. Salah satu metode statistika yang mengelompokkan dengan pendekatan model probabilistik ialah *Model Based Clustering* (MBC).

2.1.2 Model Based Clustering (MBC)

Model Based Clustering (MBC) merupakan salah satu metode pengelompokan objek. MBC adalah metode pengelompokan yang mengoptimalkan kemiripan antara objek berdasarkan pada pendekatan model probabilistik. Metode MBC merupakan pengembangan metode klasik yang umumnya meng-

gunakan jarak euclidian dalam pengelompokan. MBC memiliki asumsi bahwa dalam suatu populasi dapat diambil subpopulasi yang mempunyai distribusi peluang tertentu dan masing-masing subpopulasi mempunyai parameter yang berbeda. Keseluruhan subpopulasi mempunyai distribusi peluang *mixture* dengan proporsi berbeda untuk setiap subpopulasi. Kelebihan metode klaster ini adalah struktur pada kelompok-kelompok lebih stabil serta ketepatan pengelompokan yang lebih baik karena kelompok dibentuk secara alami dari distribusi data tanpa ditentukan jumlahnya. Kerangka MBC menggunakan dekomposisi *eigen value* dari matriks varians kovarians (Σ_g) sebagai berikut :

$$\Sigma_g = \lambda_g \mathbf{D}_g \mathbf{A}_g \mathbf{D}_g^t \quad 2.1$$

Keterangan :

λ_g = Nilai skalar yang menunjukkan volume elips

\mathbf{D}_g = Matriks ortogonal eigen vektor yang merupakan orientasi dari komponen utama Σ_g

\mathbf{A}_g = Diagonal matriks dengan elemen proporsional pada eigen value Σ_g dan menunjukkan kontur dari fungsi kepadatannya.

Pengelompokan metode MBC dapat dilakukan dengan bantuan *software* R pada package *teigen*. Pada model MBC, terdapat 28 model yang dapat diidentifikasi dengan jumlah kelompok maksimal 9 kelompok. Model terbentuk akan dinotasikan dengan huruf-huruf untuk mewakili kerangka model yaitu label C (*constrained*), I (matriks identitas) dan U (*unconstrained*). Secara lengkap model yang dapat diidentifikasi berada pada Lampiran 7.

Dua proses utama yang perlu dilakukan pada metode MBC yaitu penaksiran parameter dan pemilihan model terbaik. Penaksiran parameter metode MBC dapat dilakukan dengan algoritma *Expectation Maximization (EM)* (Dempster *et al.*, 1977), sedangkan pemilihan model terbaik dapat menggunakan kriteria *Integrated Completed Likelihood (ICL)* (Biernacki *et al.*, 2000).

Misalkan vektor variabel acak x dengan dimensi berasal dari distribusi *finite mixture* dengan fungsi kepadatan peluang

$$f(x|\emptyset) = \sum_{g=1}^G \pi_g f_g(x|\emptyset_g) \quad 2.2$$

keterangan :

\emptyset = $(\pi_1 \pi_2 \cdots \pi_G, \emptyset_1 \emptyset_2 \cdots \emptyset_G)$ vektor parameter.
vektor label pengamatan dalam kelompok g

$f_g(x|\emptyset_g)$ = Fungsi kepadatan peluang x parameter kelompok \emptyset_g .

G = Jumlah kelompok

π_G = Bobot atau proporsi campuran (*mixing proportion*)
dari kelompok ke-g dengan batasan
 $0 \leq \pi_g \leq 1, (g = 1, 2, \dots, G)$ dan $\sum \pi_g = 1$.

Selanjutnya fungsi likelihood model *finite mixture* dari fungsi 2.2 adalah

$$L_n f(\emptyset|\mathbf{x}_i) = \prod_{i=1} \sum_{g=1}^G \pi_g f_g(x_i|\emptyset_g) \quad 2.3$$

$$L_n f(\emptyset|\mathbf{x}_i) = \prod_{i=1} \sum_{l=1}^n l_n \sum_{g=1}^G \pi_g f_g(x_i|\emptyset_g) \quad 2.4$$

$\hat{\emptyset}$ adalah *maximum likelihood estimator* (MLE) atau penaksir parameter dari \emptyset yang didapatkan dengan meminimumkan fungsi ln likelihood dengan cara sebagai berikut :

$$\frac{\partial L_n f(\emptyset|\mathbf{x}_i)}{\partial(\emptyset|\mathbf{x}_i)} = 0 \quad 2.5$$

Namun penaksir parameter (MLE) tidak dapat diperoleh secara analitik karena fungsi (2.5) mengandung ln penjumlahan distribusi *mixture* sehingga penaksiran parameter dengan algoritma *Expectation Maximation* (EM). Algoritma EM adalah algoritma optimasi iteratif untuk memaksimalkan fungsi likelihood dari model probabilistik dengan data hilang (*missing data*). Jika label ini diketahui, maka akan didapatkan estimasi parameter di setiap distribusi komponen dengan membagi observasi ke dalam kelompok masing-masing.

Langkah-langkah penaksiran parameter dengan algoritma *Expectation Maximation* (EM). Langkah pertama dengan dilakukan menghitung nilai ekspektasi dari fungsi logaritma likelihood data lengkap.

$$\ln(L_c(x|\emptyset)) = \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^G \mathbf{z}_{ig} [\ln(\pi_g) + \ln(f_g(x_i|\emptyset_g))] \quad 2.6$$

keterangan :

\mathbf{z}_{ig} = Vektor label pengamatan dalam kelompok g

$f(x|\emptyset)$ = Fungsi kepadatan peluang dari distribusi *finite mixture*
 $k\emptyset = (\pi_1 \pi_2 \dots \pi_G, \emptyset_1 \emptyset_2 \dots \emptyset_G)$

$$z_{ig} = \frac{\pi_g f_g(x_i | \emptyset_g)}{\sum_{g=1}^G \pi_g f_g(x_i | \emptyset_g)} \quad 2.7$$

Setelah didapatkan dilakukan nilai ekspektasi dari fungsi logaritma likelihood data lengkap maka selanjutnya dilakukan memaksimalkan nilai harapan dari fungsi logaritma likelihood data lengkap yaitu :

$$\ln(L_c(x|\emptyset)) = \prod_{i=1}^n \prod_{g=1}^G \pi^{z_{ig}} [f_g(x_g | \emptyset_g)]^{z_{ig}} \quad 2.8$$

Selanjutnya setelah dilakukan penaksiran parameter MBC maka dilanjutkan dengan pemilihan model terbaik dapat menggunakan kriteria *Integrated Completed Likelihood* (ICL) (Biernacki *et al.*, 2000). ICL merupakan salah satu metode yang digunakan untuk pemilihan MBC terbaik (Bienarcki *et al.*, 2000). ICL memaksimalkan fungsi likelihood data lengkap. Rumus ICL disajikan sebagai berikut :

$$ICL_g = \ln(f(y_i)) - \frac{p}{2} \ln(n) \quad 2.9$$

keterangan :

$$f(y_i) = f(x_i, z_i)$$

p = Banyaknya parameter

n = Banyaknya observasi

2.1.3 Deteksi Outlier Multivariat

Deteksi outlier multivariat dilakukan untuk membuktikan bahwa data cenderung memuat *outlier*. Metode MBC akan memberikan hasil *clustering* yang lebih *Robust* dalam mengatasi efek *outlier* pada estimasi parameter bias (McLachlan & Peel, 2000). Metode yang digunakan untuk memeriksa keberadaan *outlier* multivariat adalah perhitungan jarak Mahalanobis dan jarak *Robust* yang didefinisikan sebagai berikut :

$$MD_i = [(\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})]^{\frac{1}{2}} \quad 2.10$$

keterangan :

$\bar{\mathbf{x}}$ = Vektor *mean* sampel.

\mathbf{S} = Matriks varians kovarians sampel.

Suatu observasi dikatakan *outlier* jika nilai jarak Mahalanobis (MD) lebih besar dari nilai $\sqrt{\chi^2_{p;1-\alpha/2}}$ dengan p adalah derajat bebas (Rousseeuw & Zomeren, 1990). Jarak Mahalanobis sensitif terhadap *outlier*, sehingga dapat merubah nilai \mathbf{x} dan \mathbf{S} . Perubahan tersebut mengakibatkan kesalahan identifikasi data *non outlier* menjadi *outlier*. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan jarak *Robust* (RD) yang lebih *Robust* terhadap *outlier* (Hubert *et al.*, 2008). RD menggunakan estimasi matriks varians, kovarians dan *mean* berdasarkan *Minimum Covariance Determinant* (MCD). Jika diasumsikan x_1, x_2, \dots, x_n adalah sampel acak dari sejumlah n obyek observasi dalam suatu ruang berdimensi, maka estimasi MCD bertujuan mendapatkan subset sampel dari n obyek observasi dengan ukuran maksimum $h_i = ((n + p + 1)/2)$ yang memiliki matriks varians kovarians terkecil $MCD = \min\{\det(C_1), \det(C_2) \dots \det(C_n)\}$. Jarak *Robust* (RD) diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$RD_i = [(\mathbf{x}_i - \mathbf{T})^T \mathbf{C}^{-1} (\mathbf{x}_i - \mathbf{T})]^{\frac{1}{2}} \quad 2.11$$

keterangan :

$\mathbf{T}_i = \frac{1}{h_i} \sum_{j=1}^{h_i} x_j$ = Penaksir *mean* sampel yang *Robust*.

$\mathbf{C}_i = \frac{1}{h_i - 1} \sum_{j=1}^{h_i} (x_i - \mathbf{T})(x_i - \mathbf{T})^T$ = Penaksir matriks varians

Deteksi *outlier* multivariat digunakan RD dan kuantil dari distribusi sebagai nilai *cut-off*. Suatu observasi dikatakan *outlier* jika nilai RD lebih besar dari nilai $\sqrt{\chi^2_{p;1-\alpha/2}}$ dengan p adalah derajat bebas (Rousseeuw & Zomeren, 1990).

2.1.4 *Skewness dan Kurtosis*

Skewness dan *kurtosis* adalah salah satu metode untuk memeriksa distribusi normal multivariat (Mardia, 1970). Pemeriksaan distribusi normal multivariat menggunakan ukuran multivariat *skewness* ($\beta_{1,p}$) dan *kurtosis* data ($\beta_{2,p}$) dengan ukuran sampel *random* $b_{1,p}$ dan $b_{2,p}$. Suatu observasi dikatakan

berdistribusi normal multivariat apabila nilai probabilitas *skewness* dan nilai *kurtosis* lebih dari α . Hipotesis yang dalam pengujian distribusi normal multivariat dengan nilai *skewness* dan *kurtosis* adalah sebagai berikut :

1. Uji *skewness*

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_{1,p} = 0$$

$$H_1 : \beta_{1,p} \neq 0$$

Statistik Uji:

$$\frac{n}{6} b_{1,p}^2 \sim \chi^2_{p(p+1)(p+2)/6} \quad 2.12$$

2. Uji *kurtosis*

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_{2,p} = p(p+2)$$

$$H_1 : \beta_{2,p} \neq p(p+2)$$

Statistik Uji:

$$\frac{b_{2,p} - \frac{n-1}{n+1}p(p+2)}{\sqrt{\frac{8}{n}p(p+2)}} \sim N(0,1) \quad 2.13$$

keterangan :

$$\beta_{1,p} = E((\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}))^3$$

$$\beta_{2,p} = E((\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}))^2$$

$$b_{1,p} = \frac{1}{n^2} \left[\sum_{i=1}^n ((\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}))^3 \right]$$

$$b_{2,p} = \frac{1}{n^2} \left[\sum_{i=1}^n ((\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}))^2 \right]$$

$$\mathbf{x}_i = [x_{1i} \ x_{2i} \ \dots \ x_{pi}]^T$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

n = Banyaknya pengamatan

$$\bar{\mathbf{x}} = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_p]^T$$

\mathbf{S} = Matriks varians kovarians sampel.

2.2 Tinjauan Non Statistika

Tinjauan non statistika akan dikaji teori-teori yang berkaitan tentang konsep dan definisi Pelanggan, Kwh terjual, piutang, umur piutang, SAIDI, dan rasio gangguan trafo.

2.2.1 Pelanggan dan Kwh Terjual

Pelanggan PT PLN (Persero) dikelompokkan menjadi tujuh sektor berdasarkan keperluan pemakaian. Sektor tersebut antara lain Sektor Sosial, Industri, Bisnis, Industri, Kantor Pemerintahan, Penerangan Jalan, dan Layanan Khusus (PLN, 2017). Salah satunya adalah PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Kwh PT PLN (Persero) terbagi menjadi tujuh sektor berdasarkan keperluan pemakaian. Sektor tersebut antara lain Sektor Sosial, Industri, Bisnis, Industri, Kantor Pemerintahan, Penerangan Jalan, dan Layanan Khusus (PLN, 2017). Kwh terjual merupakan satuan listrik yang terpakai oleh pelanggan listrik dalam kurung waktu tertentu (PLN, 2017).

2.2.2 Piutang, Umur Piutang dan SAIDI

Piutang listrik adalah hak tagih PLN yang mewajibkan penanggung hutang untuk melunasi kewajiban atas tagihan PLN. Penanggung hutang adalah orang atau badan yang berhutang menurut peraturan perjanjian atau sebab apapun, termasuk badan atau orang yang menjamin seluruh hutang penanggung hutang (Keuangan, 2017). Jumlah piutang pelanggan yang tidak tertagih dalam satu bulan berjalan akan menjadi saldo awal tunggakan piutang pada bulan berikutnya, hal inilah yang menjadikan pokok utama permasalahan. Penanganan tunggakan piutang menjadi salah satu faktor dalam kinerja suatu rayon. Oleh karena itu diperlukan upaya-upaya untuk menurunkan jumlah piutang listrik tersebut. Tolok ukur kinerja penurunan piutang listrik dapat dilihat dari COP (*Collection of Periods*) atau Rasio Umur Piutang. Umur Piutang menunjukkan lama waktu yang dibutuhkan untuk melunasi piutang pelanggan, dan diukur dalam hari (PLN, 2017).

SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*). adalah lama padam rata-rata dalam satuan jam / tahun, jam / bulan atau jam/kuartal (PLN, 2017).

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{JT}}{\text{TK}} \times t \quad 2.14$$

keterangan :

JT = Jumlah padam seluruh konsumen

TK = Total konsumen

t = Per periode waktu

2.2.3 Rasio Gangguan Trafo

Rasio gangguan trafo merupakan gangguan listrik disaat penyaluran tenaga listrik dari satu trafo ke trafo lain (PLN, 2017). Trafo adalah komponen listrik yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik dengan demikian fungsi trafo sangat diperlukan dalam sebuah sistem menyalurkan tenaga listrik dari tegangan rendah ke tinggi ataupun sebaliknya tanpa mengubah frekuensinya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai sumber data yang digunakan dalam penelitian ini, variabel penelitian yang digunakan untuk pengelompokan area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur, serta langkah analisis yang dilakukan dalam menjawab rumusan masalah

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah tiga belas data capaian kinerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dan tiga capaian kinerja alternatif. Periode data yang digunakan dimulai pada tahun 2014 hingga 2017. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Data penelitian ini diperoleh dari PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur beralamatkan Jalan Embong Trenguli no 19-21, Surabaya.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan adalah data capaian kinerja PT PLN (Persero). Penelitian ini menggunakan tiga belas indikator capaian kinerja PT PLN Persero dan tiga indikator alternatif pada enam belas area kerja yang ditunjukkan pada Tabel 3.1, Tabel 3.2 dan Tabel 3.3 dengan peta geografis Gambar 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian Capaian Kinerja PT PLN

Variabel	Keterangan (satuan)	Definisi Variabel
X ₁	SAIDI (Jam/tahun)	Rata-rata lamanya pemadaman listrik dalam satuan jam per tahun.
X ₂	Penjualan listrik rumah tangga (GWH)	Jumlah konsumsi listrik yang dipakai oleh pelanggan rumah tangga.
X ₃	Penjualan listrik non rumah tangga (GWH)	Jumlah konsumsi listrik yang dipakai oleh pelanggan rumah tangga pelanggan sektor bisnis, industri, sosial, publik.
X ₄	Pertambahan jumlah pelanggan rumah tangga (Pelanggan)	Pelanggan listrik baru pada golongan tarif rumah tangga.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian Capaian Kinerja PT PLN (Lanjutan)

Variabel	Keterangan (satuan)	Definisi Variabel
X ₅	Pertambahan jumlah pelanggan non rumah tangga (Pelanggan)	Pelanggan listrik baru pada golongan tarif bisnis, industri, sosial, publik.
X ₆	Jumlah gangguan penyulang listrik per 100 kms	Gangguan listrik pada jaringan distribusi pada setiap 100 kilometer di area jaringan.
X ₇	Jumlah gangguan trafo (trafo)	Jumlah gangguan pada trafo. Trafo (transformator) adalah sebuah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik.
X ₈	Susut listrik (GWH)	Kebocoran atau kerugian listrik yang disebabkan adanya selisih antara jumlah energi listrik yang di bangkitkan listrik yang terjual ke pelanggan PLN.
X ₉	Produktifitas pegawai (MWH jual / jumlah pegawai)	Produktifitas yang diukur dari penjualan listrik dibagi jumlah pegawai.
X ₁₀	<i>opex non-fuel</i>	Pengeluaran yang berkaitan dengan kegiatan operasional harian perusahaan.
X ₁₁	Biaya pokok penyediaan listrik (BPP) (Milyar)	Biaya penyediaan tenaga listrik oleh PLN di pembangkitan namun tidak termasuk biaya penyaluran listrik.
X ₁₂	Harga jual rata-rata (Rupiah)	Harga jual rata-rata yang diukur dari pendapatan listrik dibagi dengan penjualan listrik (Rupiah/KWH).
X ₁₃	Umur piutang terbototi (Hari)	Lama waktu yang dibutuhkan untuk melunasi piutang pelanggan. Perhitungan berdasarkan Keputusan Menteri BUMN dengan rumus Total piutang usaha dibagi total pendapatan usaha selanjutnya dikalikan tiga ratus enam puluh lima hari

Tabel 3.2 Variabel Penelitian Capaian Kinerja Alternatif

Variabel	Keterangan (satuan)	Definisi Variabel
X ₁₄	Penjualan listrik per jumlah pelanggan (KWH/pelanggan)	Jumlah konsumsi listrik yang dipakai oleh pelanggan rumah tangga.
X ₁₅	Persentase gangguan trafo per jumlah trafo area (persen)	Jumlah gangguan pada trafo. Trafo (transformator) adalah sebuah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik.
X ₁₆	Persentase susut listrik (persen)	Kebocoran atau kerugian listrik yang disebabkan adanya selisih antara jumlah energi listrik yang di bangkitkan listrik yang terjual ke pelanggan PLN.

Variabel pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 akan dibagi menjadi *subset* data yang merupakan kombinasi dari beberapa variabel penelitian. Pembentukan *subset* data berdasarkan rekomendasi indikator capaian KPI yang telah ditentukan oleh PT PLN (Persero) serta berdasarkan pada karakteristik pengelompokan yang ingin diteliti dan disesuaikan dengan kebutuhan analisis penelitian. *Subset* data yang terbentuk akan digunakan sebagai dasar pengelompokan area kerja yang ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.2 Variabel Area Kerja

Variabel	Keterangan	Variabel	Keterangan
PRG	Ponorogo	MLG	Malang
STB	Situbondo	GRK	Gresik
PKS	Pamekasan	SBU	Surabaya Utara
MDN	Madiun	SBB	Surabaya Barat
BWG	Banyuwangi	BGR	Bojonegoro
JBR	Jember	SDA	Sidoarjo
KDR	Kediri	SBS	Surabaya Selatan
PSR	Pasuruan	MJK	Mojokerto



Gambar 3.1 Peta Area Kerja

Tabel 3.4 *Subset* Capaian Kinerja PT PLN

<i>Subset</i>	variabel	Keterangan
S_{1_PLN}	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ dan X_8	SAIDI, Penjualan Listrik RT, Penjualan Listrik Non RT, Penambahan Jumlah Pelanggan RT, Penambahan Jumlah Pelanggan non RT, Gangguan Penyulang, Jumlah Kerusakan Trafo dan Susut Distribusi Tanpa I4.
S_{2_PLN}	$X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}$ dan X_{13}	Produktivitas Pegawai, <i>OPEX Non Fuel</i> , BPP, Harga Jual Rata-rata dan Umur Piutang.
$S_{3_Alternatif}$	$X_1, X_{14}, X_4, X_5, X_6, X_{15}$ dan X_{16}	SAIDI, Penjualan Listrik RT per pelanggan, Penjualan Listrik Non RT per pelanggan, Penambahan Jumlah Pelanggan RT, Penambahan Jumlah Pelanggan non RT, Gangguan Penyulang, Persentase Kerusakan Trafo per jumlah trafo dan Persentase Susut listrik.

Struktur *subset* data berdasarkan periode waktu yang ditunjukkan Tabel 3.4 akan dibedakan pada setiap tahun yaitu tahun 2014 hingga tahun 2017. *Subset* data yang akan digunakan sebanyak 8 *subset* data yang ditunjukkan pada Tabel 3.4. Struktur data tersebut digunakan untuk analisis pengelompokan area kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dengan menggunakan metode MBC.

Tabel 3.4 Struktur data *Subset*

<i>Subset</i>	Area kerja	Tahun			
		2014	2015	2016	2017
S_1	PRG	$S_{1;PRG;2014}$	$S_{1;PRG;2015}$	$S_{1;PRG;2016}$	$S_{1;PRG;2017}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	MJK	$S_{1;MJK;2014}$	$S_{1;MJK;2015}$	$S_{1;MJK;2016}$	$S_{1;MJK;2017}$
S_2	PRG	$S_{2;PRG;2014}$	$S_{2;PRG;2015}$	$S_{2;PRG;2015}$	$S_{2;PRG;2015}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	MJK	$S_{2;MJK;2014}$	$S_{2;MJK;2015}$	$S_{2;MJK;2016}$	$S_{2;MJK;2017}$
S_3	PRG	$S_{3;PRG;2014}$	$S_{3;PRG;2015}$	$S_{3;PRG;2015}$	$S_{3;PRG;2015}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	MJK	$S_{3;MJK;2014}$	$S_{3;MJK;2015}$	$S_{3;MJK;2016}$	$S_{3;MJK;2017}$

3.3 Langkah Analisis

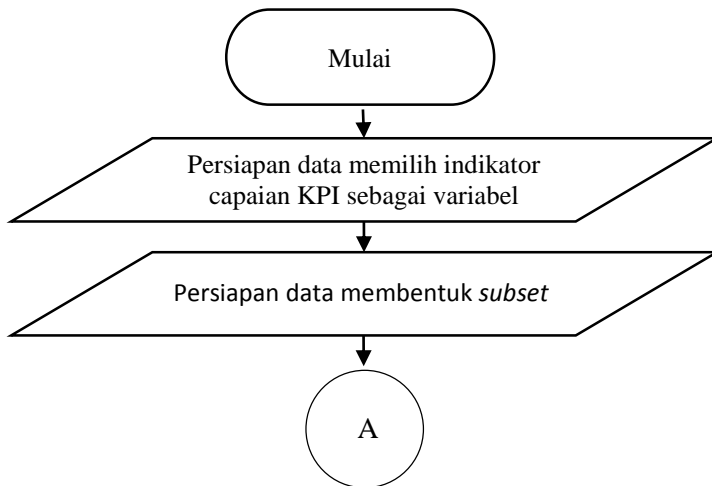
Berdasarkan rumusan permasalahan penelitian ini maka langkah analisis yang digunakan sebagai berikut :

1. Melakukan pengelompokan area kerja berdasarkan capaian kinerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur tahun 2014 hingga 2017
 - a. Pemeriksaan *outlier* multivariat dengan *plot* jarak Mahalanobis terhadap jarak *Robust* menggunakan *software R package mvoutlier* menggunakan fungsi *distance-distance plot (dd plot)*. Deteksi *outlier* multivariat dilakukan untuk membuktikan bahwa data cenderung memuat *outlier*. (Metode MBC akan memberikan hasil *clustering* yang lebih *Robust* dalam mengatasi efek *outlier* pada estimasi parameter bias).
 - b. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan distribusi normal multivariat. Pemeriksaan distribusi normal multivariat menggunakan *Mardia test* dengan *software R package psych*. Pemeriksaan distribusi normal multivariat

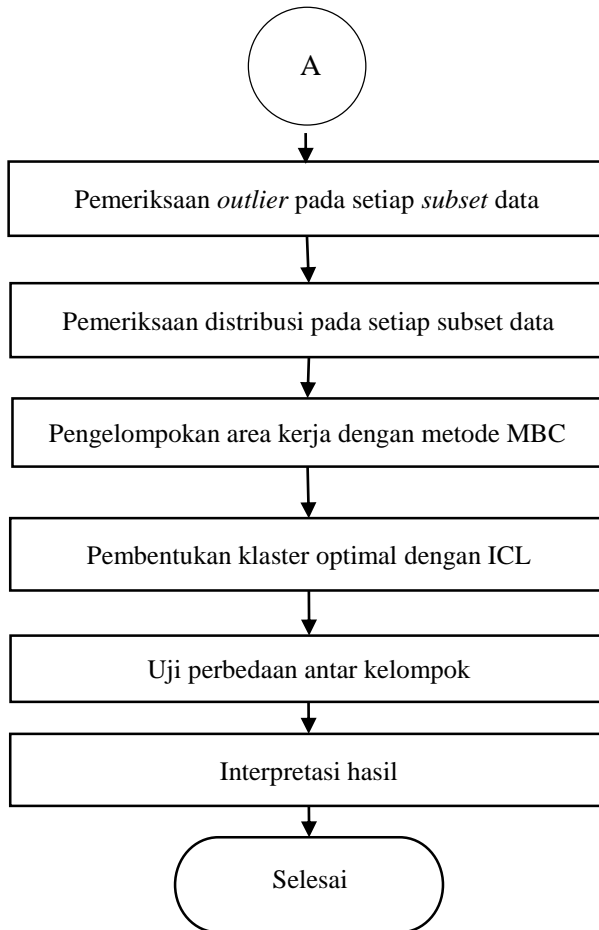
dilakukan untuk membuktikan distribusi pada *subset* data. (Metode MBC dapat digunakan pada semua distribusi. Baik itu distribusi normal multivariat maupun tidak distribusi normal multivariat. Hal ini dikarenakan metode MBC mengikuti pola distribusi peluang pada masing masing parameter).

- c. Membentuk kelompok dengan metode *model based clustering* melalui *software R package teigen*.
 - d. Pemilihan model terbaik dan jumlah kelompok optimal yang terbentuk ditentukan melalui nilai ICL terbesar.
 - e. Menguji perbedaan antar kelompok yang dihasilkan.
2. Melakukan pemetaan dari hasil pengelompokan area kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur tahun 2014 hingga 2017.
 3. Menganalisis kharakteristik tiap kelompok yang terbentuk.
 4. Melakukan interpretasi hasil pengelompokan didapatkan.
 5. Membuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis.

Diagram alir langkah penelitian bisa dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Langkah Analisis



Gambar 3.5 Langkah Analisis (Lanjutan)

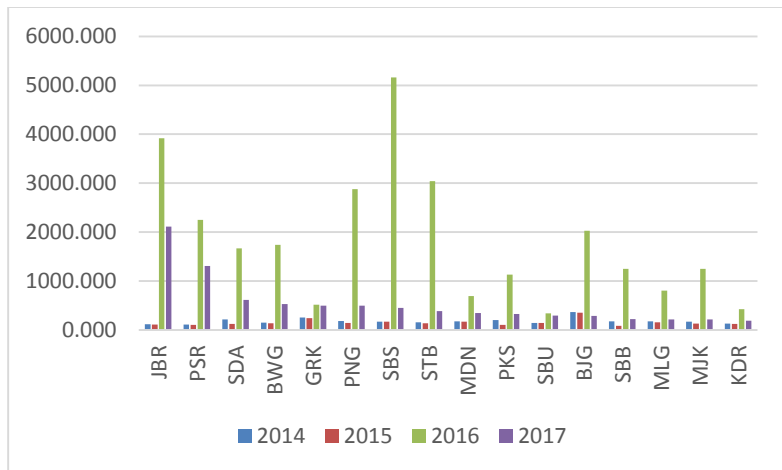
(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan akan ditampilkan hasil analisis dan pembahasan pengelompokan area kerja berdasarkan enam belas belas capaian kinerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dan capaian kinerja alternatif menggunakan metode *Model Based Clustering* (MBC). Enam belas capaian kinerja yaitu SAIDI, penjualan listrik rumah tangga, penjualan listrik non rumah tangga, pertambahan jumlah pelanggan rumah tangga, pertambahan jumlah pelanggan non rumah tangga, jumlah gangguan penyulang listrik, jumlah gangguan trafo, susut listrik, produktifitas pegawai, *opex non-fuel*, biaya pokok penyediaan listrik (BPP), harga jual rata-rata, dan umur piutang tahun 2014 hingga 2017.

4.1 Karakteristik SAIDI

SAIDI adalah lama padam rata-rata dalam satuan jam per tahun. Karakteristik SAIDI tahun 2014 hingga 2017 pada enam belas area kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur ditunjukkan pada Gambar 4.1.

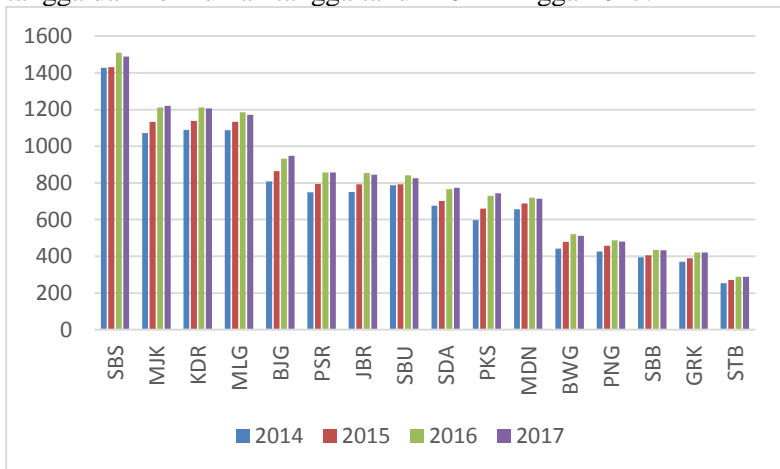


Gambar 4.1 Karakteristik SAIDI

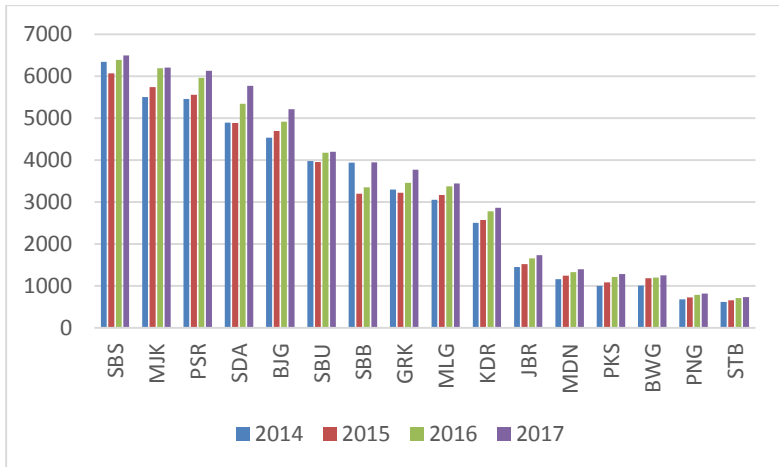
Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa kenaikan pemadaman listrik tertinggi tahun 2016 dibandingkan tahun 2014, 2015, dan 2017. Hal ini dikarenakan tahun 2016, Pemadaman listrik yang terjadi di berbagai wilayah Jatim karena adanya krisis persediaan listrik di Jawa Timur. Tahun 2016 dan 2017, area kerja Surabaya Selatan menduduki pemadaman tertinggi 5160 jam tahun 2016 dan 452 jam tahun 2017. Hal ini selain dan disebabkan adanya pemeliharaan infrastruktur kelistrikan namun juga disebabkan area kerja Surabaya Selatan menerapkan pemadaman bergilir pada gardu induk.

4.2 Karakteristik Penjualan Listrik Rumah Tangga dan Non Rumah Tangga

Penjualan listrik rumah tangga merupakan jumlah konsumsi listrik yang dipakai oleh pelanggan rumah tangga. Penjualan listrik non rumah tangga merupakan jumlah konsumsi listrik yang dipakai oleh pelanggan bisnis, sosial, industri, dan pemerintah. Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 menunjukkan karakteristik penjualan listrik rumah tangga dan non rumah tangga tahun 2014 hingga 2017.



Gambar 4.2 Karakteristik Penjualan Listrik Rumah Tangga



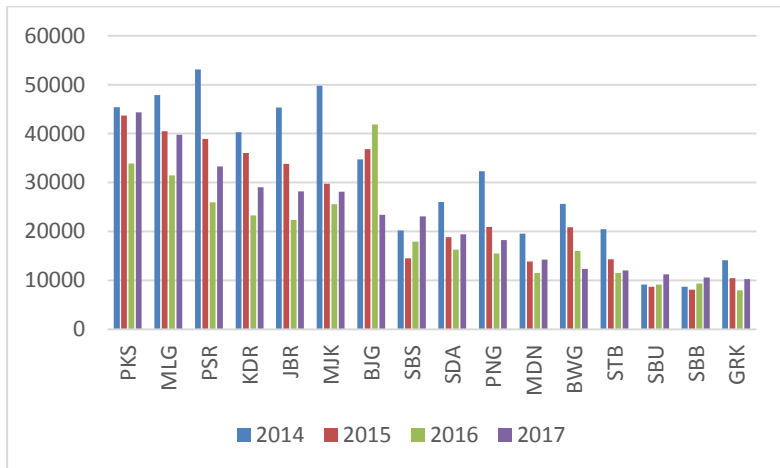
Gambar 4.3 Karakteristik Penjualan Listrik Non Rumah Tangga

Gambar 4.2 merupakan penjualan listrik rumah tangga tahun 2014 hingga 2017. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa penjualan listrik rumah tangga cenderung naik pada enam belas area kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Namun kenaikan tersebut cenderung melambat. Perlambatan penjualan listrik dari sektor konsumen rumah tangga disebabkan terjadi penghematan penggunaan listrik akibat adanya program subsidi tepat sasaran. Di sisi lain, pelanggan rumah tangga di atas 1.300 VA sudah sadar terhadap kelangsungan lingkungan sehingga menerapkan *green lifestyle*. Sehingga banyak pelanggan tersebut yang sudah menggunakan peralatan rumah tangga hemat energi. Gambar 4.2 menunjukkan penjualan listrik non rumah tangga tahun 2014 hingga 2017. Adanya kenaikan listrik tahun 2015 hingga tahun 2017 pada enam belas area kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Naiknya penjualan listrik PLN pada sektor industri dan bisnis menjadi sinyal positif bahwa ekonomi Indonesia terus tumbuh dengan baik. Pertumbuhan penjualan paling tinggi yaitu area kerja Surabaya bagian selatan, Pasuruan, Mojokerto, Bojonegoro, dan Sidoarjo.

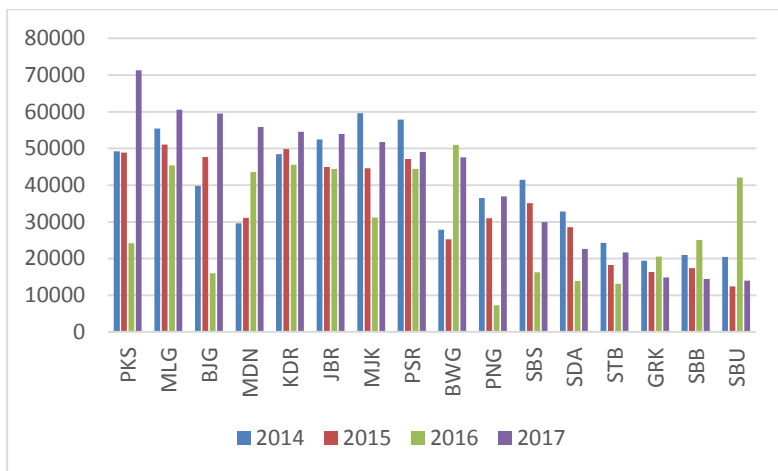
4.3 Karakteristik Pertambahan Jumlah Pelanggan Listrik Rumah Tangga dan Non Rumah Tangga

Pertambahan pelanggan listrik adalah pelanggan listrik baru pada golongan tarif. Karakteristik pertambahan jumlah pelanggan listrik rumah tangga dan non rumah tangga tahun 2014 hingga 2017 ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan 4.5.

Secara rinci, 90,9% pelanggan merupakan rumah tangga, sedangkan industri hanya mengambil porsi 0,2%. Sisanya merupakan pelanggan bisnis sebanyak 5,7%, pelanggan sosial sebesar 2,6% dan pelanggan dari perkantoran pemerintah yang hanya sekitar 0,6%. Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa tahun 2017 terjadi kenaikan pertambahan pelanggan baru pada sektor rumah tangga. Hal ini dikarenakan permintaan properti khususnya rumah meningkat. Peningkatan tertinggi pertambahan pelanggan listrik baru di sektor rumah tangga pada area kerja Pamekasan. PT PLN Area Pamekasan tahun 2017 melaksanakan beberapa program, salah satunya Program pemasangan baru gratis.



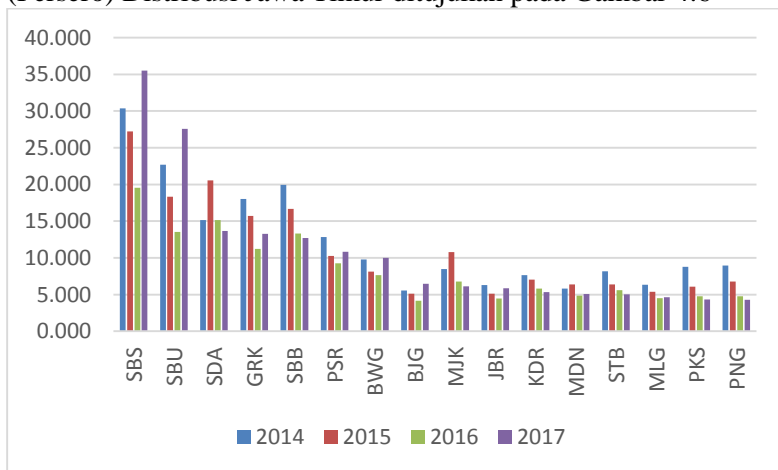
Gambar 4.4 Karakteristik Pertambahan Pelanggan Rumah Tangga



Gambar 4.5 Karakteristik Pertambahan Pelanggan Non Rumah Tangga

4.4 Karakteristik Jumlah Gangguan Penyulang Listrik

Gangguan penyulang listrik merupakan gangguan listrik pada jaringan distribusi. Karakteristik jumlah gangguan penyulang listrik tahun 2014 hingga 2017 pada enam belas area kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur ditunjukkan pada Gambar 4.6



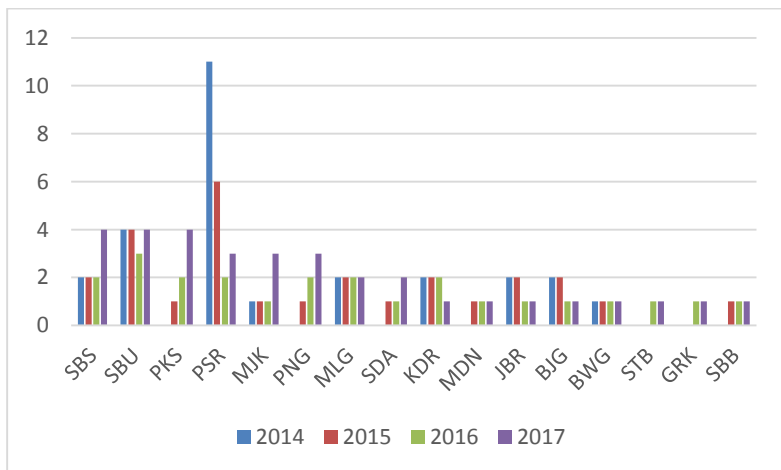
Gambar 4.6 Karakteristik Gangguan Penyulang Listrik

Gangguan penyulang listrik yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa adanya peningkatan listrik yang sangat tinggi pada area kerja Surabaya bagian Selatan dan Utara. Gambar 4.7 merupakan penyebab utama adalah adanya gangguan penyulang listrik yang disebabkan oleh pohon dan pergeseran tanah.

4.5 Karakteristik Jumlah Kerusakan Trafo

Trafo (transformator) adalah sebuah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik. Karakteristik jumlah kerusakan trafo tahun 2014 hingga 2017 pada enam belas area kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur ditunjukkan pada Gambar 4.7

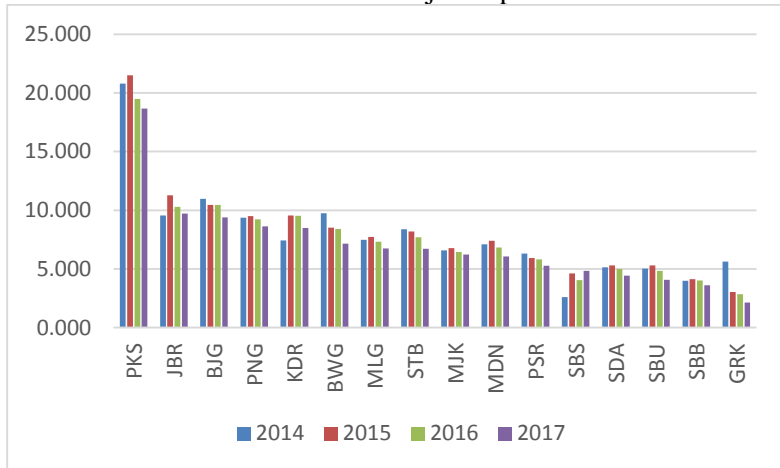
Berdasarkan Gambar 4.7 diketahui bahwa kerusakan trafo tertinggi pada area kerja Pasuruan tahun 2014 sebesar 11 kali dalam per tahun. Kerusakan trafo tersebut disebabkan oleh semakin besarnya kebutuhan listrik sehingga semakin bertambahnya juga beban yang menyebabkan trafo sebagai pemasok energi listrik pada suatu jaringan tegangan rendah mengalami *Over Load* atau beban lebih.



Gambar 4.7 Karakteristik Jumlah Kerusakan Trafo

4.6 Karakteristik Susut Listrik

Susut listrik merupakan kebocoran atau kerugian listrik yang disebabkan adanya selisih antara jumlah energi listrik yang di bangkitkan dibandingkan jumlah listrik yang terjual ke pelanggan PLN. Karakteristik susut listrik ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Karakteristik Susut Listrik

Karakteristik susut listrik pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa area kerja Pamekasan merupakan area kerja dengan susut listrik tertinggi tahun 2014 hingga 2017. Susut listrik akibat teknis di antaranya adalah panjangnya sambungan kabel dalam pendistribusian listrik yang berdampak pada besarnya energi listrik yang menguap. Sedang untuk nonteknis di antaranya akibat masih maraknya pencurian listrik di pelanggan di area kerja Pamekasan.

4.7 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat *Subset Data*

Pemeriksaan distribusi normal multivariat digunakan untuk mengetahui distribusi normal multivariat pada kombinasi variabel *subset* s_1 dan s_2 tahun 2014 hingga 2017. Metode MBC dapat digunakan pada semua distribusi. Baik itu distribusi normal multivariat maupun tidak distribusi normal multivariat. Hal ini dikarenakan metode MBC mengikuti pola distribusi peluang pada masing masing parameter. Pemeriksaan asumsi distribusi

menggunakan *Mardia test* dengan *software R package psych* sebagaimana hasil terlampir (Lampiran 6). Data berdistribusi normal multivariat apabila nilai probabilitas *skewness* dan nilai *kurtosis* lebih dari α . Rekapitan pemeriksaan distribusi kombinasi variabel *subset* s_1 dan s_2 tahun 2014 hingga 2017 ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekapitan pemeriksaan asumsi distribusi pada kombinasi variabel *subset* 1 hingga *Subset* 3

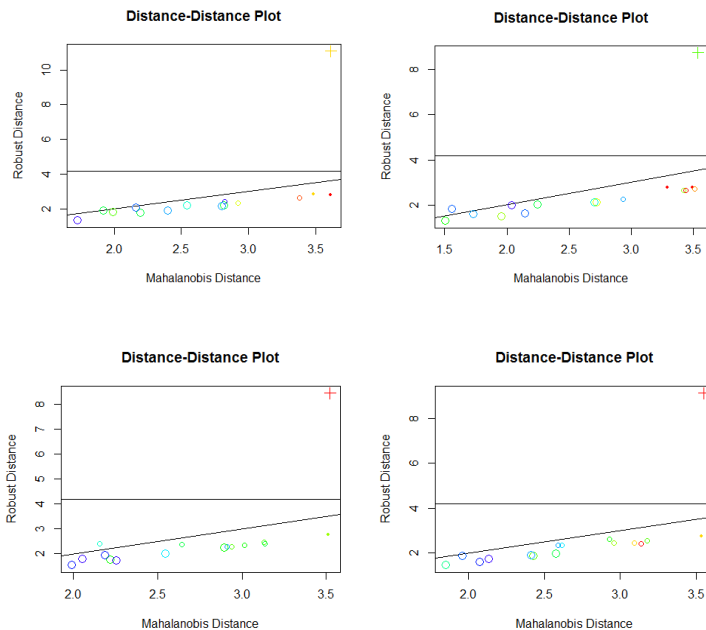
<i>Subset</i> (tahun)	Skewness	Kurtosis	Kesimpulan
s1 (2014)	0,02	0,530	Tidak multivariat normal
s1 (2015)	$8,49 \times 10^{-4}$	0,950	Tidak multivariat normal
s1 (2016)	0,12	0,220	Multivariat normal
s1 (2017)	0,09	0,270	Multivariat normal
s2 (2014)	$2,33 \times 10^{-5}$	0,310	Tidak multivariat normal
s2 (2015)	$1,52 \times 10^{-3}$	0,590	Tidak multivariat normal
s2 (2016)	0,01	0,860	Tidak multivariat normal
s2 (2017)	$7,32 \times 10^{-4}$	0,670	Tidak multivariat normal
s3 (2014)	$1,78 \times 10^{-5}$	0,310	Tidak multivariat normal
s3 (2015)	0,01	0,690	Tidak multivariat normal
s3 (2016)	0,23	0,169	multivariat normal
s3 (2017)	0,04	0,379	Tidak multivariat normal

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa *subset* s_1 tahun 2014 dan 2015 data tidak berdistribusi normal multivariat sedangkan pada *subset* s_2 tahun 2014 hingga 2017 data tidak berdistribusi normal multivariat dan pada *subset* s_3 tahun 2016 berdistribusi normal multivariat. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Model Based Clustering* (MBC) baik digunakan paa penelitian ini karena metode MBC dapat digunakan pada semua distribusi. Baik itu distribusi normal maupun tidak distribusi normal. Hal ini dikarenakan metode MBC mengikuti pola distribusi peluang pada masing masing parameter. Selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan

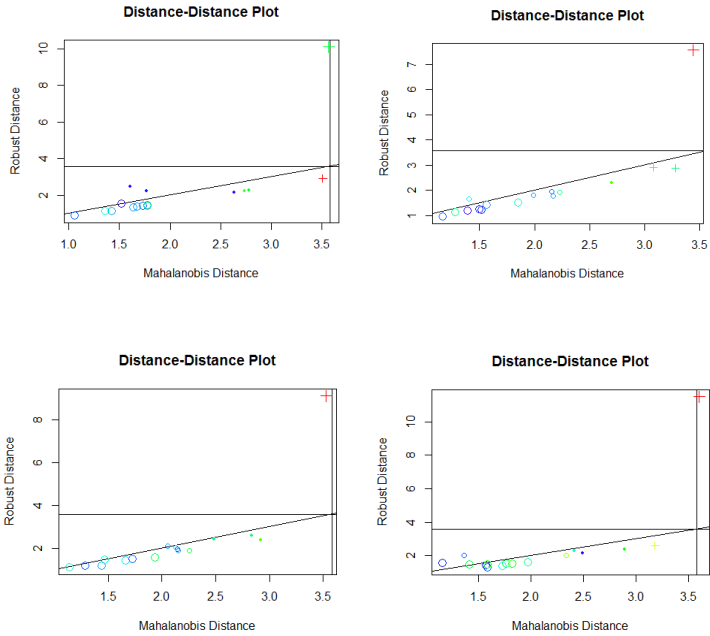
outlier. Hal ini untuk mengetahui ketidaknormalan data disebabkan adanya *outlier* pada *subset* data.

4.8 Pemeriksaan *Outlier* Multivariat

Pemeriksaan *outlier* multivariat dilakukan untuk membuktikan bahwa data cenderung memuat *outlier*. Metode MBC akan memberikan hasil *clustering* yang lebih *robust* dalam mengatasi efek *outlier* pada estimasi parameter bias. Proses deteksi *outlier* multivariat pada data capaian kinerja PT PLN Distribusi Jawa Timur yang sebelumnya telah diketahui bahwa data tidak berdistribusi normal multivariat, maka pemeriksaan *outlier* dilakukan dengan memeriksa secara visual pada *distance - distance plot* pada Gambar 4.9 hingga 4.11. Data dikatakan tidak terdeteksi *outlier* jika titik-titik pada *plot* terletak di sekitar garis, perpotongan jarak Mahalanobis dan jarak *robust*.

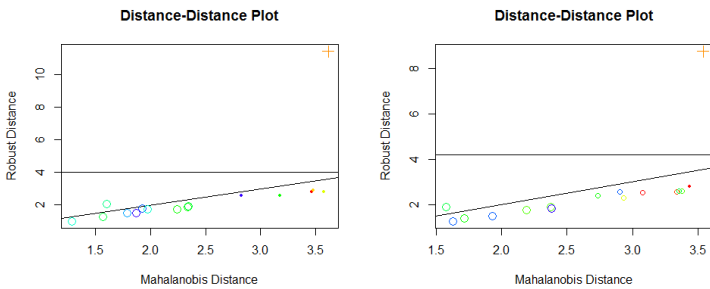


Gambar 4.9 *Distance-distance Plot Subset S1*
 (a) Tahun 2014 (b) Tahun 2015 (c) Tahun 2016 (d) Tahun 2017



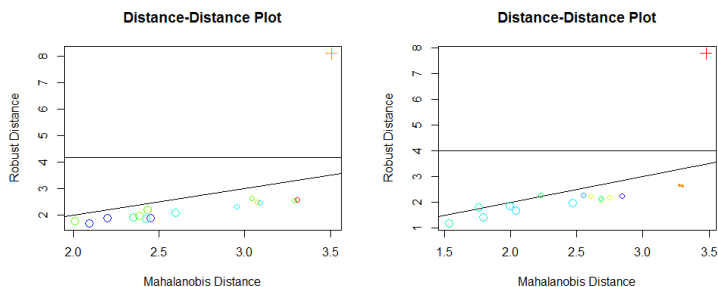
Gambar 4.10 *Distance-distance Plot Subset S2*

(a) Tahun 2014 (b) Tahun 2015 (c) Tahun 2016 (d) Tahun 2017



Gambar 4.11 *Distance-distance Plot Subset S3*

(a) Tahun 2014 (b) Tahun 2015 (c) Tahun 2016 (d) Tahun 2017



Gambar 4.11 Distance-distance Plot Subset S3 (Lanjutan)
 (a) Tahun 2014 (b) Tahun 2015 (c) Tahun 2016 (d) Tahun 2017

Berdasarkan Gambar 4.9 hingga 4.11 dapat diketahui bahwa di setiap *subset* terdapat satu area kerja yang terdeteksi sebagai *outlier*. Rekapitan Jumlah Area Kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur yang Terdeteksi Sebagai *outlier* ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rekapitan Jumlah Area Kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur yang Terdeteksi Sebagai *Outlier*

Subset	Tahun			
	2014	2015	2016	2017
S1	Pamekasan	Surabaya Utara	Surabaya Selatan	Pamekasan
S2	Situbondo	Pamekasan	Pamekasan	Pamekasan
S3	Pamekasan	Pamekasan	Pamekasan	Pamekasan

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa terdapat area kerja yang *outlier* pada semua *subset* data capaian kinerja PT PLN Distribusi Jawa Timur. Area kerja yang terdeteksi sebagai *outlier* cenderung bervariasi atau berbeda-beda pada setiap tahun jika diukur menurut kombinasi variable *subset* s_1 (SAIDI, Penjualan Listrik RT, Penjualan Listrik Non RT, Penambahan Jumlah Pelanggan RT, Penambahan Jumlah Pelanggan non RT, Gangguan Penyulang, Jumlah Kerusakan Trafo dan Susut Distribusi Tanpa I4). Pamekasan, Surabaya bagian Utara dan Mojokerto merupakan area kerja yang terdeteksi sebagai *outlier* jika diukur menurut kombinasi variabel s_1 . Berbeda jika diukur berdasarkan kombinasi

variabel *subset* s_2 (Produktivitas Pegawai, *OPEX Non Fuel*, BPP, Harga Jual Rata-rata dan Umur Piutang). Pamekasan merupakan area kerja yang sering terdeteksi sebagai *outlier* jika diukur menurut kombinasi variabel s_2 .

4.9 Pengelompokan Area Kerja berdasarkan Capaian Kinerja PT PLN Distribusi Jawa Timur

Pengelompokan enam belas area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur berdasarkan capaian kinerja dilakukan dengan metode *Model Based Clustering* (MBC) dengan *Package Teigen* pada *software* R sebagaimana terlampir (Lampiran 7). *Package Teigen* pada *software* R mampu mengidentifikasi 28 model yang mungkin dengan jumlah kelompok maksimal 9 kelompok. Penentuan pengelompokan dengan model terbaik dan jumlah kelompok optimal yang terbentuk dapat ditentukan melalui nilai ICL terbesar. Berikut adalah hasil pengelompokan pada kombinasi variabel *subset* s_1 dan s_2 tahun 2014 hingga 2017.

4.9.1 Pengelompokan Area Kerja *Subset 1* Tahun 2014

Pengelompokan enam belas enam belas area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur pada *subset 1* tahun 2014 didapatkan hasil bahwa jumlah kelompok optimal yang terbentuk adalah sebanyak 4 kelompok dengan nilai ICL terbesar adalah -325,29 dengan kerangka model terbaik yaitu CCCC. Secara teori yang didasarkan pada tinjauan pustaka maka model CCCC menunjukkan bentuk pengelompokan sebagai berikut :

- λ_g dengan label C (*Constrained*) berarti empat kelompok yang terbentuk memiliki volume elips yang sama.
- D_g dengan label C (*Constrained*) berarti empat kelompok memiliki matriks ortogonal eigen vektor yang sama.
- A_g dengan label C (*Constrained*) berarti kontur yang terbentuk dari empat kelompok sama
- D_g^t dengan label C (*Constrained*) berarti empat kelompok yang terbentuk memiliki derajat bebas yang sama.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, simpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tidak ada perubahan hasil pengelompokan pada subset 2 dari tahun 2014 hingga 2017 yang terbentuk 2 kelompok. Sedangkan subset 1 dan subset 3 terbentuk kelompok yang berbeda-beda dari tahun 2014 hingga 2017.
2. Perubahan pengelompokan pada subset 1 cenderung memaparkan. Sedangkan pada subset 2 pengelompokan tetap dengan kelompok yang sama. Pada subset 3 cenderung berbeda-beda tanpa ada pola.
3. Karakteristik pada pengelompokan area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur berdasarkan capaian kerja tenaga kerja dan keuangan pada tahun 2017 *subset 1* kelompok 1 memiliki nilai rata-rata penjualan listrik rumah tangga, penjualan listrik non rumah tangga, penambahan pelanggan rumah tangga, penambahan pelanggan non rumah tangga, jumlah gangguan penyulang dan jumlah gangguan trafo yang tinggi. Sedangkan nilai rata-rata pada kelompok 2 hanya nilai SAIDI dan susut listrik yang tinggi. *Subset 2* yaitu pada kelompok 1 dengan kriteria produktifitas pegawai tinggi namun kinerja *opex non-fluel*, BPP, harga jual rata-rata serta umur piutang rendah. Sedangkan pada kelompok 2 menunjukkan bahwa produktifitas pegawai rendah namun kinerja *opex non-fluel*, BPP, harga jual rata-rata serta umur piutang tinggi.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode lain agar sebagai perbandingan metode pengelompokan area kerja PT PLN Distribusi Jawa Timur. Sehingga diharapkan dapat mengetahui metode terbaik pada kasus ini.

(Halaman sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Capaian Kinerja PT PLN Tahun 2014.

Area kerja	X1	X2	...	X16
1	170,760	1428	...	31
2	144,737	787	...	31
3	171,688	1087	...	30
4	110,264	749	...	33
5	128,353	1090	...	30
6	168,194	1073	...	31
7	171,239	656	...	27
8	112,397	750	...	28
9	361,819	809	...	31
10	149,030	441	...	30
11	203,380	597	...	34
12	155,520	254	...	29
13	253,291	369	...	31
14	212,535	675	...	32
15	173,085	394	...	29
16	178,314	425	...	25

Lampiran 2. Data Capaian Kinerja PT PLN Tahun 2015.

Area kerja	X1	X2	...	X16
1	164,901	1431	...	32
2	141,295	793	...	32
3	157,542	1132	...	29
4	105,281	794	...	31
5	121,249	1138	...	28
6	127,786	1132	...	30
7	167,986	688	...	26
8	106,380	792	...	27
9	349,336	864	...	37
10	137,855	478	...	28
11	104,749	660	...	36
12	133,562	270	...	27
13	238,189	390	...	31
14	119,475	702	...	32
15	85,043	405	...	30
16	139,969	457	...	24

Lampiran 3. Data Capaian Kinerja PT PLN Tahun 2016.

Area kerja	X1	X2	...	X16
1	5160,582	1510	...	31
2	340,111	841	...	32
3	803,502	1185	...	29
4	2246,919	858	...	32
5	420,519	1212	...	26
6	1248,587	1211	...	30
7	689,303	719	...	25
8	3918,528	853	...	27
9	2024,839	932	...	34
10	1741,664	520	...	28
11	1128,086	730	...	37
12	3043,565	288	...	27
13	511,625	420	...	31
14	1663,886	766	...	32
15	1246,824	435	...	31
16	2876,261	487	...	23

Lampiran 4. Data Capaian Kinerja PT PLN Tahun 2017.

Area kerja	X1	X2	...	X16
1	452,618	1488	...	29
2	294,985	826	...	31
3	216,042	1172	...	27
4	1305,964	858	...	30
5	187,634	1206	...	23
6	213,217	1220	...	28
7	346,118	714	...	23
8	2111,581	846	...	25
9	283,134	947	...	28
10	528,130	512	...	24
11	325,597	744	...	35
12	384,546	288	...	24
13	493,650	421	...	29
14	615,987	773	...	29
15	219,091	433	...	28
16	493,135	480	...	20

Lampiran 5. Rekapitan Pemeriksaan Outlier Multivariat dengan *software R*

a. Subset 1 tahun 2014 hingga 2017

Variabel	Area Kerja	Tahun			
		2014	2015	2016	2017
PRG	Ponorgo				
STB	Situbondo				
PKS	Pamekasan	v			v
MDN	Madiun				
BWG	Banyuwangi				
JBR	Jember				
KDR	Kediri				
PSR	Pasuruan				
MLG	Malang				
GRK	Gresik				
SBU	Surabaya Utara		v		
SBB	Surabaya Barat				
BGR	Bojonegoro				
SDA	Sidoarjo				
SBS	Surabaya Selatan			v	
MJK	Mojokerto				

b. Subset 2 tahun 2014 hingga 2017

Variabel	Area Kerja	Tahun			
		2014	2015	2016	2017
PRG	Ponorgo				
STB	Situbondo	v			
PKS	Pamekasan		v	v	v
MDN	Madiun				
BWG	Banyuwangi				
JBR	Jember				
KDR	Kediri				
PSR	Pasuruan				
MLG	Malang				
GRK	Gresik				
SBU	Surabaya Utara				
SBB	Surabaya Barat				
BGR	Bojonegoro				
SDA	Sidoarjo				
SBS	Surabaya Selatan				
MJK	Mojokerto				

c. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 1 tahun 2017

```

> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s12017, quan=0.9, alpha=0.05)
$outliers
  SBS  SBU  MLG  PSR  KDR  MJK  MDN  JBR  BJB
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
  BWG  PKS  STB  GRK  SDA  SBB  PNG
FALSE TRUE  FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE

$md.cla
  SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
3.140356 2.427795 3.178672 3.094295 2.576945 2.958621
  MDN      JBR      BJB      BWG      PKS      STB
2.590706 3.534884 2.926597 2.412745 3.553127 2.133028
  GRK      SDA      SBB      PNG
1.960148 1.849143 2.074660 2.614874

$md.rob
  SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
2.418752 1.867958 2.536929 2.424027 1.979420 2.436574
  MDN      JBR      BJB      BWG      PKS      STB
2.349091 2.732877 2.598042 1.902782 9.141227 1.734460
  GRK      SDA      SBB      PNG
1.863591 1.445462 1.593501 2.324026

```

d. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 1 tahun 2016

```

> attach(s12016)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s12016, quan=0.9, alpha=0.05)
$outliers
  SBS  SBU  MLG  PSR  KDR  MJK  MDN  JBR  BJB
TRUE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE

```

```

      BWG   PKS   STB   GRK   SDA   SBB   PNG
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE

```

```
$md.c1a
```

```

      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
3.522542 2.937470 3.014912 3.130552 2.217330 3.134919
      MDN      JBR      BJB      BWG      PKS      STB
2.186968 2.643252 2.893624 2.544415 3.511577 2.252471
      GRK      SDA      SBB      PNG
2.053598 2.153961 1.990104 2.913726

```

```
$md.rob
```

```

      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
8.448989 2.290915 2.337107 2.448326 1.774340 2.411091
      MDN      JBR      BJB      BWG      PKS      STB
1.951850 2.383216 2.243392 1.998917 2.757835 1.734397
      GRK      SDA      SBB      PNG
1.799460 2.407556 1.539823 2.274065

```

e. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 1 tahun 2015

```

> attach(s12015)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s12015, quan=0.9, alpha=0.05)

```

```
$outliers
```

```

      SBS   SBU   MLG   PSR   KDR   MJK   MDN   JBR   BJB
FALSE TRUE  FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
      BWG   PKS   STB   GRK   SDA   SBB   PNG
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE

```

```
$md.c1a
```

```

      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
3.290339 3.536367 2.719195 3.494290 1.952185 3.422620
      MDN      JBR      BJB      BWG      PKS      STB
2.932693 1.502685 3.441088 1.557740 3.510551 2.038134
      GRK      SDA      SBB      PNG

```

```
2.699719 2.246475 2.146044 1.730131
```

```
$md.rob
```

```
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
2.788642 8.743980 2.111368 2.785993 1.508265 2.634089
      MDN      JBR      BJB      BWG      PKS      STB
2.259372 1.289281 2.647300 1.831948 2.700804 1.996566
      GRK      SDA      SBB      PNG
2.105983 2.021795 1.643925 1.590034
```

f. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 1 tahun 2014

```
> attach(s12014)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s12014, quan=0.9, alpha=0.05)
```

```
$outliers
```

```
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK      MDN      JBR      BJB
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
      BWG      PKS      STB      GRK      SDA      SBB      PNG
FALSE TRUE  FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
```

```
$md.c1a
```

```
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
3.380626 2.819314 1.991112 3.610252 2.194140 2.920781
      MDN      JBR      BJB      BWG      PKS      STB
2.823578 1.917915 3.482348 2.161973 3.612673 1.725905
      GRK      SDA      SBB      PNG
2.540153 2.400308 2.798744 2.397988
```

```
$md.rob
```

```
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR
2.627801 2.185875 1.812084 2.814542 1.757410
      MJK      MDN      JBR      BJB      BWG
2.306224 2.407642 1.884563 2.842293 2.069362
      PKS      STB      GRK      SDA      SBB
11.083446 1.322742 2.179244 1.905095 2.150249
      PNG
```

1.902118

g. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 2 tahun 2014

```
> s22014 <- read.delim("D:/bismillah tugas akhir
  s1/Bismillah TA fix/s22014.txt", row.names=1)
> view(s22014)
> attach(s22014)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s22014, quan=0.9, alpha=0.05)
```

\$outliers

SBS	SBU	MLG	PSR	KDR	MJK	MDN	JBR	BJG	BWG
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
FALSE	TRUE								
GRK	SDA	SBB	PNG						
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE						

\$md.cla

SBS	SBU	MLG	PSR	KDR	MJK
MDN	JBR				
2.735587	2.782024	1.057179	1.775942	1.516206	1.422581
1.608372	1.765537				
BJG	BWG	PKS	STB	GRK	SDA
SBB	PNG				
1.675249	1.730624	3.509456	3.568100	1.639234	1.355411
1.777007	2.635828				

\$md.rob

SBS	SBU	MLG	PSR	KDR
MJK				
2.2297620	2.2744224	0.8768649	1.4370569	1.5479255
1.1512581				
MDN	JBR	BJG	BWG	PKS
STB				
2.4536040	2.2195036	1.3959191	1.4031300	2.9266198
10.0968189				

```

          GRK          SDA          SBB          PNG
1.3328643 1.1530323 1.4501918 2.1510346
h. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 2 tahun 2015
> s22015 <- read.delim("D:/bismillah tugas akhir
  s1/Bismillah TA fix/s22015.txt", row.names=1)
> view(s22015)
> attach(s22015)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s22015, quan=0.9, alpha=0.05)
$outliers
  SBS  SBU  MLG  PSR  KDR  MJK  MDN  JBR  BJG  BWG
  PKS  STB
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
  TRUE FALSE
  GRK  SDA  SBB  PNG
FALSE FALSE FALSE FALSE

$md.cla
  SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
  MDN      JBR
2.698473 2.226832 1.163671 1.849747 1.393643 1.562818
  1.515399 2.156365
  BJG      BWG      PKS      STB      GRK      SDA
  SBB      PNG
3.082626 1.494354 3.443284 3.281411 1.992095 1.279610
  1.405822 2.170501

$md.rob
  SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
  MDN
2.2925618 1.9367518 0.9523884 1.5078973 1.2069555 1.4355761
  1.2390567
  JBR      BJG      BWG      PKS      STB      GRK
  SDA

```

```

1.9593890 2.9224390 1.2677989 7.5683964 2.8828444 1.7925592
  1.1363122
      SBB      PNG
1.6699053 1.7702081

```

i. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 2 tahun 2016

```

> attach(s22016)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s22016, quan=0.9, alpha=0.05)
$outliers
  SBS  SBU  MLG  PSR  KDR  MJK  MDN  JBR
BJG  BWG  PKS  STB
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
FALSE FALSE TRUE  FALSE
  GRK  SDA  SBB  PNG
FALSE FALSE FALSE FALSE

$md.cla
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR
MJK      MDN      JBR
2.917691 2.255289 1.438609 1.139342 2.145828
1.666104 1.729077 2.056341
      BJG      BWG      PKS      STB      GRK
SDA      SBB      PNG
2.489689 1.287297 3.530205 2.837180 2.131902
1.933171 1.470083 2.150212

$md.rob
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR
MJK      MDN      JBR
2.375167 1.875214 1.184679 1.088273 1.936320
1.412750 1.476700 2.078505
      BJG      BWG      PKS      STB      GRK
SDA      SBB      PNG

```

```
2.422627 1.180516 9.111331 2.568968 2.018169
1.567887 1.441385 1.871445
```

j. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 2 tahun 2017

```
> attach(s22017)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s22017, quan=0.9, alpha=0.05)
```

```
$outliers
```

SBS	SBU	MLG	PSR	KDR	MJK	MDN	JBR	BJG	BWG
PKS	STB								
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
TRUE	FALSE								
GRK	SDA	SBB	PNG						
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE						

```
$md.cla
```

SBS	SBU	MLG	PSR	KDR	MJK
MDN	JBR				
3.184213	2.338293	1.729402	1.415193	1.153433	1.760548
1.587151	1.361660				
BJG	BWG	PKS	STB	GRK	SDA
SBB	PNG				
1.968281	2.895921	3.607080	1.571722	2.412369	1.819214
1.584579	2.492928				

```
$md.rob
```

SBS	SBU	MLG	PSR	KDR	MJK
MDN					
2.596864	2.004440	1.401154	1.477877	1.552761	1.517539
1.279430					
JBR	BJG	BWG	PKS	STB	GRK
SDA					
2.013793	1.614746	2.355343	11.484698	1.452906	2.304078
1.527038					

```

      SBB      PNG
1.471052 2.139966

```

k. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 3 tahun 2014

```

> view(s32014)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s12017, quan=0.9, alpha=0.05)
Error in dd.plot(s12017, quan = 0.9, alpha = 0.05) :
  object 's12017' not found
> dd.plot(s32014, quan=0.9, alpha=0.05)
$outliers
  SBS  SBU  MLG  PSR  KDR  MJK  MDN  JBR  BJB  BWG
PKS  STB  GRK  SDA  SBB  PNG
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
TRUE  FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE

$md.cla
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
MDN    JBR    BJB    BWG    PKS    STB    GRK
SDA    SBB    PNG
3.580050 2.337814 1.564151 3.467486 1.282754 2.238491
2.826537 1.602477 3.479368 1.922927 3.615612 1.871878
2.344945 1.969441 3.174270 1.789027

$md.rob
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
MDN    JBR    BJB    BWG    PKS    STB
GRK    SDA
2.813945 1.862907 1.260792 2.787547 1.010302 1.754266
2.578874 2.040909 2.889846 1.803668 11.442723 1.512418
1.941846 1.722697
      SBB      PNG
2.556947 1.493983

```


1. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 3 tahun 2015

```
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s32015, quan=0.9, alpha=0.05)
$outliers
      SBS   SBU   MLG   PSR   KDR   MJK   MDN   JBR   BJB   BWG
PKS   STB   GRK   SDA   SBB   PNG
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
TRUE  FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
```

```
$md.c1a
      SBS       SBU       MLG       PSR       KDR       MJK
MDN   JBR       BJB       BWG       PKS       STB       GRK
3.337736 2.928697 2.374412 3.078242 1.718051 3.377922
2.902097 1.576760 3.436228 1.932495 3.536526 2.382109
2.734608
      SDA       SBB       PNG
2.191409 3.352250 1.629989
```

```
$md.rob
      SBS       SBU       MLG       PSR       KDR       MJK
MDN   JBR       BJB       BWG       PKS       STB       GRK
2.567021 2.288088 1.889801 2.540280 1.408878 2.599904
2.556086 1.885395 2.786225 1.511642 8.747539 1.829887
2.399521
      SDA       SBB       PNG
1.750600 2.614431 1.280087
```

m. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 3 tahun 2016

```
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s32016, quan=0.9, alpha=0.05)
$outliers
      SBS   SBU   MLG   PSR   KDR   MJK   MDN   JBR   BJB   BWG
PKS   STB   GRK   SDA   SBB   PNG
```

```
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
TRUE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
```

```
$md.c1a
```

```
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
MDN    JBR    BJB    BWG    PKS    STB    GRK
3.309532 3.072859 2.385483 2.006774 2.430792 2.348682
2.090719 3.288181 3.043851 3.093015 3.504852 2.449381
2.196272
      SDA      SBB      PNG
2.596245 2.423434 2.954016
```

```
$md.rob
```

```
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
MDN    JBR    BJB    BWG    PKS    STB    GRK
2.580837 2.477516 1.982109 1.785862 2.211635 1.918738
1.701646 2.558697 2.628310 2.472853 8.107429 1.898029
1.889992
      SDA      SBB      PNG
2.097765 1.868738 2.313467
```

n. Pemeriksaan Outlier Multivariat : Subset 3 tahun 2017

```
> view(s32017)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
sROC 0.1-2 loaded
> library(sROC)
> library(mvoutlier)
> dd.plot(s32017, quan=0.9, alpha=0.05)
$outliers
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK      MDN      JBR      BJB      BWG
PKS    STB    GRK    SDA    SBB    PNG
```

```
FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
TRUE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
```

```
$md.cla
```

```
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
MDN    JBR    BJB    BWG    PKS    STB    GRK
SDA    SBB
3.302893 2.752281 2.689577 2.608838 1.756297 1.533618
2.550752 3.278304 2.229574 2.040428 3.477043 2.844495
1.993198 1.792673 2.680498
      PNG
2.469597
```

```
$md.rob
```

```
      SBS      SBU      MLG      PSR      KDR      MJK
MDN    JBR    BJB    BWG    PKS    STB    GRK
SDA    SBB
2.627387 2.175001 2.108303 2.247967 1.788816 1.193675
2.284113 2.666268 2.278406 1.670730 7.794989 2.230515
1.848468 1.428178 2.149390
      PNG
1.986451
```

Lampiran 6. Pemeriksaan Mardia Test

a. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 1 tahun 2017

```
> library(MVN)
> mvn(s12017, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
"royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-
25, alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform =
"none", R = 1000, univariateTest = c("Sw","CVM",
"Lillie", "SF", "AD"), univariatePlot =
"none",multivariatePlot = "none",
multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
showNewData = FALSE)
$multivariateNormality
      Test      Statistic      p value
```

```

1 Mardia Skewness 140.78527865134 0.0944779785208012
2 Mardia Kurtosis -1.104931709942 0.269189180951681
3          MVN          <NA>          <NA>

```

```
Result
```

```

1   YES
2   YES
3   YES

```

b. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 1 tahun 2016

```

> library(MVN)
> mvn(s12016, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
    "royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-
    25, alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform =
    "none", R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM",
    "Lillie", "SF", "AD"), univariatePlot =
    "none",multivariatePlot = "none",
    multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
    showNewData = FALSE)

```

```
$multivariateNormality
```

	Test	Statistic	p value
1	Mardia Skewness	138.274968079045	0.121584016812077
2	Mardia Kurtosis	-1.22070483701757	0.222197795696602
3	MVN	<NA>	<NA>

```
Result
```

```

1   YES
2   YES
3   YES

```

c. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 1 tahun 2015

```

> library(MVN)
> mvn(s12015, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
    "royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-
    25, alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform =
    "none", R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM",
    "Lillie", "SF", "AD"), univariatePlot =
    "none",multivariatePlot = "none",
    multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
    showNewData = FALSE)

```

```

$multivariateNormality
      Test      Statistic      p value
1 Mardia skewness  174.572824180702 0.000849031505909246
2 Mardia kurtosis  0.0807382611572469  0.935650108123329
3          MVN          <NA>          <NA>

Result
1      NO
2      YES
3      NO

```

d. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 1 tahun 2014

```

> library(MVN)
> mvn(s12014, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
    "royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-
    25, alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform =
    "none", R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM",
    "Lillie", "SF", "AD"), univariatePlot =
    "none",multivariatePlot = "none",
    multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
    showNewData = FALSE)

```

```

$multivariateNormality
      Test      Statistic      p value
1 Mardia skewness  153.424583263664 0.0213468306216529
2 Mardia kurtosis -0.620564601812039  0.534886136288753
3          MVN          <NA>          <NA>

Result
1      NO
2      YES
3      NO

```

e. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 2 tahun 2017

```

> attach(s22017)
> library(sROC)
> library(MVN)
> mvn(s22017, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
    "royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-
    25, alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform =
    "none", R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM",

```

```

"Lillie", "SF", "AD"), univariatePlot =
"none",multivariatePlot = "none",
multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
showNewData = FALSE)
$multivariateNormality
      Test      Statistic      p value
Result
1 Mardia skewness 67.7867146007251 0.000732562058122191
  NO
2 Mardia kurtosis 0.426729042548591 0.66957669446629
  YES
3      MVN      <NA>      <NA>
  NO

```

f. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 2 tahun 2016

```

> library(sROC)
> library(MVN)
> mvn(s22016, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
"royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-
25, alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform =
"none", R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM",
"Lillie", "SF", "AD"), univariatePlot =
"none",multivariatePlot = "none",
multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
showNewData = FALSE)
$multivariateNormality
      Test      Statistic      p value
Result
1 Mardia skewness 56.6816123039815 0.0116328281858579
  NO
2 Mardia kurtosis -0.173526287518808 0.862237766847217
  YES
3      MVN      <NA>      <NA>
  NO

```

g. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 2 tahun 2015

```

> attach(s22015)
> library(sROC)

```

```
> library(MVN)
> mvn(s22015, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
  "royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-
  25, alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform =
  "none", R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM",
  "Lillie", "SF", "AD"), univariatePlot =
  "none",multivariatePlot = "none",
  multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
  showNewData = FALSE)
```

```
$multivariateNormality
```

	Test	Statistic	p value
Result			
1	Mardia Skewness	65.0048528365088	0.00152616577684781
			NO
2	Mardia Kurtosis	0.542723156674679	0.587320427983166
			YES
3	MVN	<NA>	<NA>
			NO

h. Pemeriksaan Mardia Test : Subst 2 tahun 2014

```
> attach(s22014)
> library(sROC)
> library(MVN)
> mvn(s22014, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
  "royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-
  25, alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform =
  "none", R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM",
  "Lillie", "SF", "AD"), univariatePlot =
  "none",multivariatePlot = "none",
  multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
  showNewData = FALSE)
```

```
$multivariateNormality
```

	Test	Statistic	p value
1	Mardia Skewness	79.8586288808446	2.3319910738537e-05
2	Mardia Kurtosis	1.02268634726623	0.306456168618126
3	MVN	<NA>	<NA>
Result			

```
1 NO
2 YES
3 NO
```

i. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 3 tahun 2014

```
> library(MVN)
> mvn(s32014, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
"royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-25,
alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform = "none",
R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM", "Lillie", "SF",
"AD"), univariatePlot = "none",multivariatePlot = "none",
multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
showNewData = FALSE)
```

```
$multivariateNormality
          Test          Statistic          p value
Result
1 Mardia Skewness 148.606413495326 1.78577763656943e-05
NO
2 Mardia Kurtosis 0.727781163202354 0.466747557181894
YES
3 MVN <NA> <NA>
NO
```

```
$univariateNormality
          Test
Variable Statistic p value Normality
1 Shapiro-wilk SAIDI
0.8149 0.0043 NO
2 Shapiro-wilk Penjualan.Listrik.per.pelanggan
0.8399 0.0097 NO
3 Shapiro-wilk
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT
0.9346 0.2877 YES
4 Shapiro-wilk Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT
0.9275 0.2228 YES
5 Shapiro-wilk Gangguan.Penyulang
0.8338 0.0079 NO
```


6 Shapiro-wilk			presentase.gangguan.trafo
0.6190	<0.001	NO	
7 Shapiro-wilk			presentase.susut.listrik
0.8112	0.0039	NO	

\$Descriptives

Mean	Std.Dev	Median	Min	Max	n
SAIDI					16
179.03787	60.742023	170.999500	110.264000	361.81900	
Penjualan.Listrik.per.pelanggan					16
655.39898	494.835125	452.967700	185.181737	1693.05714	
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT					16
30788.12500	14861.915596	29192.000000	8690.000000	53100.00000	
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT					16
38527.62500	14033.690666	38185.000000	19437.000000	59650.00000	
Gangguan.Penyulang					16
12.17563	7.196312	8.874000	5.552000	30.39000	
presentase.gangguan.trafo					16
6.25000	10.185185	3.703704	0.000000	40.74074	
presentase.susut.listrik					16
6.25000	3.260749	5.761193	2.065273	16.48253	
25th	75th	Skew	Kurtosis		
SAIDI					
147.95675	184.580500	1.598847434	2.5065862		
Penjualan.Listrik.per.pelanggan					
244.77272	1104.789205	0.702267075	-1.0882044		
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT					
20027.25000	45335.250000	0.009043206	-1.5421206		
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT					
26971.25000	50080.250000	0.071990188	-1.5884569		
Gangguan.Penyulang					
7.30725	15.877750	1.114986796	0.1262711		
presentase.gangguan.trafo					
0.00000	7.407407	2.361640684	5.3127383		

```
presentase.susut.listrik
4.36749      7.465202 1.730671920  3.3401008
```

j. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 3 tahun 2015

```
> library(MVN)
> mvn(s32015, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
"royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-25,
alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform = "none",
R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM", "Lillie", "SF",
"AD"), univariatePlot = "none",multivariatePlot = "none",
multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
showNewData = FALSE)
```

```
$multivariateNormality
      Test          Statistic      p value
Result
1 Mardia Skewness  158.822454637551 0.010183987556996
NO
2 Mardia Kurtosis -0.398112647515094 0.690547151940444
YES
3          MVN          <NA>          <NA>
NO
```

```
$univariateNormality
      Test
Variable Statistic  p value Normality
1 Shapiro-wilk          SAIDI
0.7424  0.0005  NO
2 Shapiro-wilk          Penjualan.Listrik.per.pelanggan
0.8325  0.0076  NO
3 Shapiro-wilk
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT
0.9134  0.1320  YES
4 Shapiro-wilk          Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT
0.9039  0.0929  YES
5 Shapiro-wilk          Gangguan.Penyulang
0.8959  0.0692  YES
```

6 Shapiro-wilk			presentase.gangguan.trafo
0.8278	0.0065	NO	
7 Shapiro-wilk			presentase.susut.listrik
0.7784	0.0014	NO	
8 Shapiro-wilk			X
0.8091	0.0036	NO	

\$Descriptives

Mean	Std.Dev	Median	Min	Max	n
SAIDI					16
150.03737	63.838368	135.708500	85.043000	349.33600	
Penjualan.Listrik.per.pelanggan					16
610.90803	419.776124	447.956644	187.286576	1321.20762	
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT					16
3095.18750	1896.134321	3186.500000	657.000000	6073.00000	
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT					16
24382.25000	12447.788331	20873.500000	8118.000000	43725.00000	
Gangguan.Penyulang					16
34344.87500	13610.777474	33102.500000	12429.000000	51048.00000	
presentase.gangguan.trafo					16
10.99338	6.695541	7.575000	5.112000	27.21200	
presentase.susut.listrik					16
6.25000	5.529776	3.703704	0.000000	22.22222	
X					16
6.25000	3.316916	5.856637	2.346059	16.64139	
25th	75th	Skew	Kurtosis		
SAIDI					
116.201250	159.381750	1.9216142	3.2838265		
Penjualan.Listrik.per.pelanggan					
244.665330	1035.110249	0.5269123	-1.5181771		
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT					
1231.750000	4747.250000	0.1592753	-1.5663370		

```

Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT
14195.500000 36254.500000 0.1532579 -1.6857752
Gangguan.Penyulang
23476.250000 47270.250000 -0.2046516 -1.6234818
presentase.gangguan.trafo
6.290000 15.947500 0.9917647 -0.2792082
presentase.susut.listrik
3.703704 7.407407 1.5179962 1.9341608
X
4.109086 7.361999 1.7360748 3.2640649

```

k. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 3 tahun 2016

```

> view(s32016)
> library(sgeostat)
> library(sROC)
> library(MVN)
> mvn(s32016, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
"royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-25,
alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform = "none",
R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM", "Lillie", "SF",
"AD"), univariatePlot = "none",multivariatePlot = "none",
multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
showNewData = FALSE)
$multivariateNormality
      Test      Statistic      p value Result
1 Mardia Skewness 130.881047984378 0.234247310264874 YES
2 Mardia Kurtosis -1.37539054832097 0.169010397650022 YES
3          MVN          <NA>          <NA>      YES

$univariateNormality
      Test
Variable Statistic  p value Normality
1 Shapiro-wilk          SAIDI
0.8967 0.0712 YES
2 Shapiro-wilk          Penjualan.Listrik.per.pelanggan
0.8245 0.0059 NO

```

3 Shapiro-wilk			
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT			
0.9321	0.2629	YES	
4 Shapiro-wilk			Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT
0.8877	0.0512	YES	
5 Shapiro-wilk			Gangguan.Penyulang
0.8394	0.0096	NO	
6 Shapiro-wilk			presentase.gangguan.trafo
0.7286	0.0004	NO	
7 Shapiro-wilk			presentase.susut.listrik
0.8442	0.0112	NO	
8 Shapiro-wilk			X
0.9338	0.2794	YES	

\$Descriptives

Mean	Std.Dev	Median	Min	Max	n
SAIDI					16
1816.5501	1.359820e+03	1.456236e+03	3.401110e+02		
5.160582e+03					
Penjualan.Listrik.per.pelanggan					16
624.5886	4.264926e+02	4.537629e+02	1.934466e+02	1.319668e+03	
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT					16
19972.3125	9.864470e+03	1.711650e+04	7.958000e+03		
4.185400e+04					
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT					16
30252.2500	1.473937e+04	2.812850e+04	7.261000e+03		
5.095500e+04					
Gangguan.Penyulang					16
8.4565	4.721229e+00	6.293500e+00	4.137000e+00	1.953700e+01	
presentase.gangguan.trafo					16
6.2500	2.635231e+00	4.166667e+00	4.166667e+00	1.250000e+01	
presentase.susut.listrik					16
6.2500	3.209265e+00	5.782572e+00	2.332335e+00	1.592631e+01	
X					16
7744840.4375	3.427818e+06	7.374256e+06	2.872693e+06		
1.288418e+07					

25th	75th	Skew	Kurtosis
SAIDI			
7.749522e+02	2.404255e+03	0.95638077	-0.02622557
Penjualan.Listrik.per.pelanggan			
2.512703e+02	1.081246e+03	0.50705897	-1.56832266
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT			
1.151700e+04	2.566775e+04	0.61788240	-0.72246789
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT			
1.619425e+04	4.441300e+04	-0.05400814	-1.74163396
Gangguan.Penyulang			
4.770000e+00	1.173300e+01	0.90669535	-0.49934230
presentase.gangguan.trafo			
4.166667e+00	8.333333e+00	0.74115883	-0.65625000
presentase.susut.listrik			
4.060521e+00	7.604018e+00	1.50545256	2.46092620
X			
5.158533e+06	1.050246e+07	0.14077140	-1.48918046

1. Pemeriksaan Mardia Test : Subset 3 tahun 2017

```
> library(MVN)
> mvn(s32017, subset = NULL, mvnTest = c("mardia", "hz",
"royston", "dh","energy"), covariance = TRUE, tol = 1e-25,
alpha = 0.5, scale = FALSE,desc = TRUE, transform = "none",
R = 1000, univariateTest = c("SW","CVM", "Lillie", "SF",
"AD"), univariatePlot = "none",multivariatePlot = "none",
multivariateOutlierMethod = "none", showOutliers = FALSE,
showNewData = FALSE)
$multivariateNormality
```

	Test	Statistic	p value
Result			
1	Mardia skewness	107.774163544918	0.0413301093676561
	NO		
2	Mardia kurtosis	-0.87939185972857	0.379188844281379
	YES		
3	MVN	<NA>	<NA>
	NO		

\$univariateNormality

Variable	Statistic	p value	Normality
1	Shapiro-wilk		SAIDI
0.6431	<0.001	NO	
2	Shapiro-wilk		Penjualan.Listrik.per.pelanggan
0.8307	0.0072	NO	
3	Shapiro-wilk		Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT
0.9155	0.1427	YES	
4	Shapiro-wilk		Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT
0.9059	0.0998	YES	
5	Shapiro-wilk		Gangguan.Penyulang
0.7158	3e-04	NO	
6	Shapiro-wilk		presentase.gangguan.trafo
0.9262	0.2118	YES	
7	Shapiro-wilk		presentase.susut.listrik
0.8272	0.0064	NO	

\$Descriptives

Mean	Std.Dev	Median	Min	n Max
25th				
SAIDI				
529.46431	499.686867	365.332000	1.876340e+02	16 2111.58100
267.123250				
Penjualan.Listrik.per.pelanggan				
628.44873	443.422112	451.672952	1.883974e+02	16 1455.38174
247.415081				
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT				
22352.25000	10734.771536	21257.500000	1.026400e+04	16
44367.00000 12282.500000				
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT				
41163.93750	18986.343634	48312.500000	1.398000e+04	16
71285.00000 22403.250000				

Gangguan.Penyulang				16
10.66013	8.932606	6.276000	4.265000e+00	35.53200
5.056250				
presentase.gangguan.trafo				16
6.25000	4.042777	6.418919	6.756757e-01	12.83784
2.027027				
presentase.susut.listrik				16
6.25000	3.364082	5.771340	1.900591e+00	16.63173
4.218135				
75th	Skew	Kurtosis		
SAIDI				
502.270000	2.12934839	3.698474		
Penjualan.Listrik.per.pelanggan				
1112.036002	0.56956518	-1.427189		
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.RT.per.pelanggan.non.RT				
28396.500000	0.52939524	-0.986122		
Penambahan.Jumlah.Pelanggan.non.RT				
54879.250000	-0.20294489	-1.548552		
Gangguan.Penyulang				
12.837000	1.64505169	1.649325		
presentase.gangguan.trafo				
9.290541	0.09891341	-1.564653		
presentase.susut.listrik				
7.602811	1.63427357	2.961981		

Lampiran 7. Tata Nama Model-Based Clustering dalam Software R*Package Teigen*

Nomor	Model	λ_g	D_g	A_g	D_g^t
1	UUUU	U	U	U	U
2	UUUC	U	U	U	C
3	CUCU	C	U	C	U
4	CUCC	C	U	C	C
5	CUUU	C	U	U	U
6	CUUC	C	U	U	C
7	CCCU	C	C	C	U
8	CCCC	C	C	C	C
9	CIUU	C	I	U	U
10	CIUC	C	I	U	C
11	CICU	C	I	C	U
12	CICC	C	I	C	C
13	UIIU	U	I	I	U
14	UIIC	U	I	I	C
15	CIIU	C	I	I	U
16	CIIC	C	I	I	C
17	UIUU	U	I	U	U
18	UIUC	U	I	U	C
19	UCCU	U	C	C	U
20	UCCC	U	C	C	C

Nomor	Model	λ_g	D_g	A_g	D_g^t
21	UUCU	U	U	C	U
22	UUCC	U	U	C	C
23	UICU	U	I	C	U
24	UICC	U	I	C	C
25	UCUU	U	C	U	U
26	UCUC	U	C	U	C
27	CCUU	C	C	U	U
28	CCUC	C	C	U	C

Keterangan :

C: terbatas (constrained), artinya antar cluster sama

U : tidak terbatas(unconstrained), artinya antar cluster berbeda

I : matriks Identitas

Lampiran 8. Pengelompokan *Model Based Clustering* –ICL

a. Pengelompokan MBC-ICL *subset 1* tahun 2017

```
> library(teigen)
> teigen(s12017)$iclresultApprox. remaining:    0 secs |
100% complete
```

```
$allicl
          G=1      G=2      G=3  G=4  G=5  G=6  G=7
UUUU -383.9829  -Inf    -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf
UUUC   -Inf    -Inf    -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf
UCUC   -Inf    -Inf    -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf
UCC   -Inf    -Inf    -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf
CUUU   -Inf    -Inf    -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf
CUUC   -Inf    -Inf    -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf
```

CCCU	-Inf	-376.6289	-382.0855	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-373.8562	-376.5294	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUU	-397.8413	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-382.3334	-376.2024	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICC	-Inf	-383.5358	-377.0648	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIU	-379.8050	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf

G=8 G=9

UUUU	-Inf	-Inf
UUUC	-Inf	-Inf
CUCU	-Inf	-Inf
CUCC	-Inf	-Inf
CUUU	-Inf	-Inf
CUUC	-Inf	-Inf
CCCU	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-Inf
CIUU	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-Inf
CICC	-Inf	-Inf
UIIU	-Inf	-Inf
UIIC	-Inf	-Inf
CIIU	-Inf	-Inf

CUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCU	-Inf	-402.6601	-412.5926	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-399.8876	-407.0477	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUU	-401.7633	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-396.4427	-414.1532	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICC	-Inf	-404.9661	-408.7117	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIU	-382.4238	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf

G=8 G=9

UUUU	-Inf	-Inf
UUUC	-Inf	-Inf
CUCU	-Inf	-Inf
CUCC	-Inf	-Inf
CUUU	-Inf	-Inf
CUUC	-Inf	-Inf
CCCU	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-Inf
CIUU	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-Inf

```
CICC -Inf -Inf
UIIU -Inf -Inf
UIIC -Inf -Inf
CIIU -Inf -Inf
CIIC -Inf -Inf
UIUU -Inf -Inf
UIUC -Inf -Inf
UCCU -Inf -Inf
UCCC -Inf -Inf
UUCU -Inf -Inf
UUCC -Inf -Inf
UICU -Inf -Inf
UICC -Inf -Inf
UCUU -Inf -Inf
UCUC -Inf -Inf
CCUU -Inf -Inf
CCUC -Inf -Inf
```

```
$icl
```

```
[1] -382.4238
```

```
$bestmodel
```

```
[1] "The best model (ICL of -382.42) is UIIU with G=1"
```

```
$classification
```

```
[1] 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
```

```
$modelname
```

```
[1] "UIIU"
```

```
$G
```

```
[1] 1
```

```
$logl
```

```
[1] -177.3489
```

c. Pengelompokan MBC-ICL *subset* 1 tahun 2015

```
> library(teigen)
```

```
> teigen(s12015)$iclresultApprox. remaining:    0 secs |
100% complete
```

```
$allicl
```

	G=1	G=2	G=3	G=4	G=5	G=6
UUUU	-359.2638	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCU	-Inf	-367.7314	-381.0416	-389.3499	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-364.9543	-375.1451	-380.9256	-Inf	-Inf
CIUU	-400.3912	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-367.5304	-368.9117	-Inf	-Inf	-Inf
CICC	-Inf	-363.4160	-333.9005	-380.1985	-Inf	-Inf
UIIU	-381.7465	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	G=7	G=8	G=9			
UUUU	-Inf	-Inf	-Inf			
UUUC	-Inf	-Inf	-Inf			
CUCU	-Inf	-Inf	-Inf			
CUCC	-Inf	-Inf	-Inf			

```
CUUU -Inf -Inf -Inf
CUUC -Inf -Inf -Inf
CCCU -Inf -Inf -Inf
CCCC -Inf -Inf -Inf
CIUU -Inf -Inf -Inf
CIUC -Inf -Inf -Inf
CICU -Inf -Inf -Inf
CICC -Inf -Inf -Inf
UIIU -Inf -Inf -Inf
UIIC -Inf -Inf -Inf
CIIU -Inf -Inf -Inf
CIIC -Inf -Inf -Inf
UIUU -Inf -Inf -Inf
UIUC -Inf -Inf -Inf
UCCU -Inf -Inf -Inf
UCCC -Inf -Inf -Inf
UUCU -Inf -Inf -Inf
UUCC -Inf -Inf -Inf
UICU -Inf -Inf -Inf
UICC -Inf -Inf -Inf
UCUU -Inf -Inf -Inf
UCUC -Inf -Inf -Inf
CCUU -Inf -Inf -Inf
CCUC -Inf -Inf -Inf
```

```
$icl
```

```
[1] -333.9005
```

```
$bestmodel
```

```
[1] "The best model (ICL of -333.9) is CICC with G=3"
```

```
$classification
```

```
[1] 3 3 2 2 2 2 1 2 2 1 2 1 3 3 3 1
```

```
$modelname
```

```
[1] "CICC"
```


\$G

[1] 3

d. Pengelompokan MBC-ICL *subset* 1 tahun 2014

```
> library(teigen)
```

```
> teigen(s12014)$iclresultApprox. remaining:    0 secs |
100% complete
```

```
$allicl
```

	G=1	G=2	G=3	G=4	G=5	G=6
UUUU	-339.4807	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCU	-Inf	-356.1880	-359.0907	-333.6854	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-353.4086	-353.4790	-325.2913	-Inf	-Inf
CIUU	-397.1600	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-364.6748	-340.3904	-Inf	-Inf	-Inf
CICC	-Inf	-364.5880	-334.8986	-Inf	-Inf	-Inf
UIIU	-379.9253	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf

	G=7	G=8	G=9
UUUU	-Inf	-Inf	-Inf
UUUC	-Inf	-Inf	-Inf
CUCU	-Inf	-Inf	-Inf
CUCC	-Inf	-Inf	-Inf
CUUU	-Inf	-Inf	-Inf
CUUC	-Inf	-Inf	-Inf
CCCU	-Inf	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-Inf	-Inf
CIUU	-Inf	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-Inf	-Inf
CICC	-Inf	-Inf	-Inf
UIIU	-Inf	-Inf	-Inf
UIIC	-Inf	-Inf	-Inf
CIIU	-Inf	-Inf	-Inf
CIIC	-Inf	-Inf	-Inf
UIUU	-Inf	-Inf	-Inf
UIUC	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC	-Inf	-Inf	-Inf
UICU	-Inf	-Inf	-Inf
UICC	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC	-Inf	-Inf	-Inf

```
$icl
```

```
[1] -325.2913
```

```
$bestmodel
```

```
[1] "The best model (ICL of -325.29) is CCCC with G=4"
```

```
$classification
```

```
[1] 1 1 4 4 4 4 3 4 2 3 2 3 1 1 1 3
```

```
$modelName
```

```
[1] "cccc"
```

```
$G
```

```
[1] 4
```

e. Pengelompokan MBC-ICL *subset 2* tahun 2017

```
> attach(s22017)
```

```
> library(teigen)
```

```
> teigen(s22017)$iclresultApprox. remaining: 0 secs |
```

```
100% complete
```

```
$allicl
```

	G=1	G=2	G=3	G=4	G=5	G=6	G=7	G=8
UUUU	-230.6104	-224.1133	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUUC	-Inf	-221.3408	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUCU	-Inf	-215.7002	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUCC	-Inf	-212.8787	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUU	-Inf	-224.9566	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUC	-Inf	-222.1561	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCU	-Inf	-222.7664	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-221.1985	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUU	-250.6365	-207.0120	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-208.8200	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-205.8836	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICC	-Inf	-206.4301	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIU	-239.7392	-216.5128	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIC	-Inf	-218.2555	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIU	-Inf	-213.8827	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIC	-Inf	-215.8252	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUU	-Inf	-209.4406	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUC	-Inf	-210.3835	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU	-Inf	-225.6422	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC	-Inf	-229.8595	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU	-Inf	-232.5501	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC	-Inf	-229.6881	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICU	-Inf	-208.7487	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf

UICC	-Inf	-208.1283	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU	-Inf	-237.1940	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC	-Inf	-238.1236	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU	-Inf	-234.7520	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC	-Inf	-236.5553	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf

G=9

UUUU	-Inf
UUUC	-Inf
CUCU	-Inf
CUCC	-Inf
CUUU	-Inf
CUUC	-Inf
CCCU	-Inf
CCCC	-Inf
CIUU	-Inf
CIUC	-Inf
CICU	-Inf
CICC	-Inf
UIIU	-Inf
UIIC	-Inf
CIIU	-Inf
CIIC	-Inf
UIUU	-Inf
UIUC	-Inf
UCCU	-Inf
UCCC	-Inf
UUCU	-Inf
UUCC	-Inf
UICU	-Inf
UICC	-Inf
UCUU	-Inf
UCUC	-Inf
CCUU	-Inf
CCUC	-Inf

\$ic1

[1] -205.8836

UIUC	-Inf	-173.7107	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU	-Inf	-176.0027	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC	-Inf	-173.2038	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICU	-Inf	-175.0444	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICC	-Inf	-175.8806	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU	-Inf	-200.7885	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC	-Inf	-201.4531	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU	-Inf	-197.9908	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC	-Inf	-199.6887	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf

G=9

UUUU	-Inf
UUUC	-Inf
CUCU	-Inf
CUCC	-Inf
CUUU	-Inf
CUUC	-Inf
CCCU	-Inf
CCCC	-Inf
CIUU	-Inf
CIUC	-Inf
CICU	-Inf
CICC	-Inf
UIIU	-Inf
UIIC	-Inf
CIIU	-Inf
CIIC	-Inf
UIUU	-Inf
UIUC	-Inf
UCCU	-Inf
UCCC	-Inf
UUCU	-Inf
UUCC	-Inf
UICU	-Inf
UICC	-Inf
UCUU	-Inf
UCUC	-Inf

CIUU	-248.4990	-175.5447	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUC		-Inf	-176.2689	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICU		-Inf	-178.9611	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICC		-Inf	-178.8242	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIU	-238.2932	-174.2614	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIC		-Inf	-172.5491	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIU		-Inf	-171.5365	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIC		-Inf	-170.3324	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUU		-Inf	-178.3723	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUC		-Inf	-177.8423	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU		-Inf	-188.4370	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC		-Inf	-185.5663	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU		-Inf	-186.8001	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICU		-Inf	-181.6415	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICC		-Inf	-180.6295	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU		-Inf	-206.0844	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC		-Inf	-205.5813	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU		-Inf	-203.2840	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC		-Inf	-204.0027	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf

G=9

UUUU	-Inf
UUUC	-Inf
CUCU	-Inf
CUCC	-Inf
CUUU	-Inf
CUUC	-Inf
CCCU	-Inf
CCCC	-Inf
CIUU	-Inf
CIUC	-Inf
CICU	-Inf
CICC	-Inf
UIIU	-Inf
UIIC	-Inf
CIIU	-Inf
CIIC	-Inf
UIUU	-Inf


```

UIUC -Inf
UCCU -Inf
UCCC -Inf
UUCU -Inf
UUCC -Inf
UICU -Inf
UICC -Inf
UCUU -Inf
UCUC -Inf
CCUU -Inf
CCUC -Inf

```

```

$icl
[1] -160.432

```

```

$bestmodel
[1] "The best model (ICL of -160.43) is CUCC with G=2"

```

```

$classification
[1] 2 2 1 2 1 2 1 1 2 1 1 1 2 2 2 1

```

```

$modelname
[1] "CUCC"

```

```

$G
[1] 2

```

h. Pengelompokan MBC-ICL *subset 2* tahun 2014

```

> library(teigen)
> teigen(s22014)$iclresultApprox. remaining:    0 secs |
100% complete

```

```

$allicl
          G=1      G=2  G=3  G=4  G=5  G=6  G=7  G=8
UUUU -173.7768 -157.2432 -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf
UUUC      -Inf -154.4739 -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf
UCUC      -Inf -160.4211 -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf -Inf

```

CUCC	-Inf	-167.0954	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUU	-Inf	-161.6711	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CUUC	-Inf	-165.9845	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCU	-Inf	-177.5693	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCCC	-Inf	-168.5698	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUU	-246.1790	-175.0536	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIUC	-Inf	-175.2072	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICU	-Inf	-180.8139	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CICC	-Inf	-180.4208	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIU	-236.4392	-190.8913	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIIC	-Inf	-188.8002	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIU	-Inf	-188.5636	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CIIC	-Inf	-188.1622	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUU	-Inf	-176.4607	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UIUC	-Inf	-175.0128	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCU	-Inf	-169.0780	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCCC	-Inf	-167.2522	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCU	-Inf	-186.0694	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UUCC	-Inf	-183.1921	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICU	-Inf	-182.5978	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UICC	-Inf	-181.6923	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUU	-Inf	-204.1966	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
UCUC	-Inf	-202.7238	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUU	-Inf	-202.7358	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
CCUC	-Inf	-202.9355	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf

G=9

UUUU	-Inf
UUUC	-Inf
CUCU	-Inf
CUCC	-Inf
CUUU	-Inf
CUUC	-Inf
CCCU	-Inf
CCCC	-Inf
CIUU	-Inf
CIUC	-Inf
CICU	-Inf
CICC	-Inf

```

UIIU -Inf
UIIC -Inf
CIIU -Inf
CIIC -Inf
UIUU -Inf
UIUC -Inf
UCCU -Inf
UCCC -Inf
UUCU -Inf
UUCC -Inf
UICU -Inf
UICC -Inf
UCUU -Inf
UCUC -Inf
CCUU -Inf
CCUC -Inf

```

```
$icl
```

```
[1] -154.4739
```

```
$bestmodel
```

```
[1] "The best model (ICL of -154.47) is UUUC with G=2"
```

```
$classification
```

```
[1] 1 1 2 1 2 1 2 2 1 2 2 2 1 1 1 2
```

```
$modelname
```

```
[1] "UUUC"
```

```
$G
```

```
[1] 2
```

i. Pengelompokan MBC-ICL *subset* 3 tahun 2014

```
> library(teigen)
```

> teigen(s32014)\$iclresultTime taken: 1.7 secs | Approx.
 remaining: 0 secs | 100% complete

\$allicl

	G=1	G=2	G=3	G=4	G=5	G=6	G=7	G=8	G=9
UUUU	-285.4635		-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
UUUC		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CUCU		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CUCC		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CUUU		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CUUC		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CCCU		-Inf	-288.7941	-285.3537	-265.6075		-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CCCC		-Inf	-279.0365	-260.7275	-278.0702		-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CIUU	-342.3641		-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CIUC		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CICU		-Inf	-301.5481	-287.0579		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CICC		-Inf	-302.0384	-275.4796		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
UIIU	-330.1284		-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
UIIC		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CIIU		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							
CIIC		-Inf	-Inf	-Inf		-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
	-Inf	-Inf							

```

UIUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UIUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCCU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCCC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UUCU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UUCC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UICU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UICC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CCUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CCUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf

```

```
$parameters$pig
```

```
[1] 0.3124754 0.3124983 0.3750263
```

```
$parameters$conv
```

```
[1] TRUE
```

```
$icl
```

```
[1] -260.7275
```

```
$bestmodel
```

```
[1] "The best model (ICL of -260.73) is CCCC with G=3"
```

```
$classification
```

```
[1]
```

3	3	1	1	1	1	2	1	3	2	3	2	3	2	3	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

```
$modelName
```

```
[1] "CCCC"
```

```
$G
```

```
[1] 3
```

```
$logl
```

```
[1] -58.27346
```

j. Pengelompokan MBC-ICL *subset* 3 tahun 2015

```
> library(teigen)
```

```
> teigen(s32015)$iclresultTime taken: 1.2 secs | Approx.
remaining: 0 secs | 100% complete
```

```
$allicl
```

	G=1	G=2	G=3	G=4	G=5	G=6	G=7
G=8 G=9							
UUUU	-349.8559	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CUUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						

CUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CCCU	-Inf	-339.0587	-339.2194	-345.3620	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CCCC	-Inf	-336.1799	-335.2187	-336.9125	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CIUU	-398.6822	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CICU	-Inf	-345.6514	-317.6410	-303.5832	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CICC	-Inf	-346.5595	-308.8146	-289.7224	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UIIU	-381.3394	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CIIU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UIUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UCCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UCCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UICU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UICC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						

116

```
UCUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CCUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CCUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
```

\$icl

```
[1] -289.7224
```

\$bestmodel

```
[1] "The best model (ICL of -289.72) is CICC with G=4"
```

\$classification

```
[1] 2 2 4 3 4 3 1 4 4 1 4 1 2 2 2 1
```

\$modelname

```
[1] "CICC"
```

\$G

```
[1] 4
```

\$logl

```
[1] -83.33423
```

k. Pengelompokan MBC-ICL *subset 3* tahun 2016

```
> library(teigen)
```

```
> teigen(s32016)$iclresultTime taken: 0.9 secs | Approx.
remaining: 0 secs | 100% complete
```

```
$allicl
```

```
          G=1          G=2          G=3          G=4  G=5  G=6  G=7
G=8  G=9
```


UUUU	-392.3925	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CUCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CUUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CUUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CCCU	-Inf	-392.1479	-380.4544	-375.3088	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CCCC	-Inf	-389.3753	-374.8872	-366.9449	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CIUU	-402.1647	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CICU	-Inf	-363.3593	-371.0581	-367.5495	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CICC	-Inf	-362.9633	-370.5179	-367.0597	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UIIU	-382.8139	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CIIU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CIIC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UIUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UIUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UCCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						

UCCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UUCU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UCC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UICU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UICC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
UCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CCUU	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						
CCUC	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf	-Inf
-Inf	-Inf						

\$icl

[1] -362.9633

\$bestmodel

[1] "The best model (ICL of -362.96) is CICC with G=2"

\$classification

[1] 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1 2

\$modelname

[1] "CICC"

\$G

[1] 2

\$logl

[1] -145.4371

1. Pengelompokan MBC-ICL *subset* 3 tahun 2017

```

> library(teigen)
> teigen(s32017)$iclresultTime taken: 1.6 secs | Approx.
remaining: 0 secs | 100% complete
$iter
[1] 17

```

```

$allicl
      G=1      G=2      G=3      G=4 G=5 G=6 G=7
G=8 G=9
UUUU -337.1715      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UUUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CUCU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CUCC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CUUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CUUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CCCU      -Inf -332.3393 -321.0815 -311.8306 -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CCCC      -Inf -329.4717 -320.3448 -312.0364 -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CIUU -342.6043      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CIUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CICU      -Inf -309.7512 -289.8866      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CICC      -Inf -305.0366 -287.0818 -292.9173 -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UIIU -328.4442      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf

```

```
UIIC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CIIU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CIIC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UIUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UIUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCCU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCCC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UUCU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UUCC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UICU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UICC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
UCUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CCUU      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
CCUC      -Inf      -Inf      -Inf      -Inf -Inf -Inf -Inf
-Inf -Inf
```

```
$parameters$pig
```

```
[1] 0.1250079 0.6870244 0.1879678
```

```
$parameters$conv
```

```
[1] TRUE
```

\$ic1

[1] -287.0818

\$bestmodel

[1] "The best model (ICL of -287.08) is CICC with G=3"

\$classification

[1] 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 2

\$modelname

[1] "CICC"

\$G

[1] 3

\$log1

[1] -100.5576

Lampiran 9. Uji Kruskal Wallis

a. Uji Kruskal Wallis: Subset 1 tahun 2017

Test Statistics^{a,b}

	SAIDI	Penjualan Listrik RT	Penjualan Listrik Non RT	Penambahan Jumlah Pelanggan RT	Penambahan Jumlah Pelanggan nonRT	Gangguan Penyulang	Jumlah Kerusakan Trafo	Susut
Chi-Square	.137	9.751	3.835	11.118	5.179	.003	1.298	2.042
df	1	1	1	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.711	.002	.050	.001	.023	.958	.255	.153

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kelompok

b. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 1 tahun 2015Test Statistics^{a,b}

	SAIDI	Penjualan Listrik RT	Penjualan Listrik Non RT	Penambahan Jumlah Pelanggan RT	Penambahan Jumlah Pelanggan nonRT	Gangguan Penyulang	Jumlah Kerusakan Trafo	Susut
Chi-Square	1.164	5.953	7.931	11.832	11.435	9.862	1.164	5.953
df	2	2	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.559	.051	.019	.003	.003	.007	.559	.051

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kelompok

c. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 1 tahun 2014Test Statistics^{a,b}

	SAIDI	Penjualan Listrik RT	Penjualan Listrik Non RT	Penambahan Jumlah Pelanggan RT	Penambahan Jumlah Pelanggan nonRT	Gangguan Penyulang	Jumlah Kerusakan Trafo	Susut
Chi-Square	7.538	6.285	8.325	12.110	11.239	10.155	7.538	6.285
df	3	3	3	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.057	.099	.040	.007	.011	.017	.057	.099

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kelompok

Test Statistics^{a,b}

	Produktifitas Pegawai	opex	bpp	hargajualratarata	umurpiutang
Chi-Square	11.294	11.311	11.294	9.926	6.438
df	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.001	.001	.001	.002	.011

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

d. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 2 tahun 2017

Test Statistics^{a,b}

	Produktifitas Pegawai	opex	bpp	hargajualratarata	umurpiutang
Chi-Square	11.294	.011	11.294	7.456	6.448
df	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.001	.916	.001	.006	.011

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

e. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 2 tahun 2016

Test Statistics^{a,b}

	Produktifitas Pegawai	opex	bpp	hargajualratarata	umurpiutang
Chi-Square	11.294	11.311	11.294	9.926	6.438
df	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.001	.001	.001	.002	.011

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

f. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 2 tahun 2015

Test Statistics^{a,b}

	Produktifitas Pegawai	opex	bpp	hargajualratarata	umurpiutang
Chi-Square	11.294	11.294	11.311	10.599	6.975
df	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.001	.001	.001	.001	.008

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

g. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 2 tahun 2014

Test Statistics^{a,b}

	ProduktifitasPe gawai	opex	bpp	hargajualratarat a	umurpiutang
Chi-Square	11.294	11.327	11.294	9.941	4.812
df	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.001	.001	.001	.002	.028

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

h. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 3 tahun 2014

Test Statistics^{a,b}

	SAIDI_ elanggan	Penjualan_L istriking_per_p elanggan	Penambahan_ Pelanggan_RT_ per_pelanggan_ non_RT	Penambahan_ Pelanggan_no n_RT	Gangguan_Pe nyulang_ trafo	present ase_ga ngguan
Chi-Square	6.312	3.824	3.901	5.191	1.721	5.549
df	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.043	.148	.142	.075	.423	.062

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

i. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 3 tahun 2015

Test Statistics^{a,b}

	SAIDI_	Penjualan_L istriker_per_p elanggan	Penambahan_ Pelanggan_RT_ per_pelanggan_ non_RT	Penambahan_ Pelanggan_no n_RT	Gangguan_Pe nyulang_ _trafo	present ase_ga ngguan	presentase_ susut_listrik _
Chi-Square	1.732	12.068	11.290	11.956	11.929	12.862	9.706
df	3	3	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.630	.007	.010	.008	.008	.005	.002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

j. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 3 tahun 2016

Test Statistics^{a,b}

	SAIDI_	Penjualan_L istriker_per_p elanggan	Penambahan_ Pelanggan_RT_ per_pelanggan_ non_RT	Penambahan_ Pelanggan_no n_RT	Gangguan_Pe nyulang_ _trafo	present ase_ga ngguan	presentase_ susut_listrik _
Chi-Square	.542	9.706	4.880	1.415	9.706	.017	9.706
df	1	1	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.462	.002	.027	.234	.002	.897	.002

a. Kruskal Wallis Test

Test Statistics^{a,b}

	SAIDI_	Penjualan_L istriker_per_p elanggan	Penambahan_ Pelanggan_RT_ per_pelanggan_ non_RT	Penambahan_ Pelanggan_no n_RT	Gangguan_Pe nyulang_	present ase_ga ngguan _trafo	presentase_ susut_listrik _
Chi-Square	.542	9.706	4.880	1.415	9.706	.017	9.706
df	1	1	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.462	.002	.027	.234	.002	.897	.002

b. Grouping Variable: kelompok

k. Uji *Kruskal Wallis*: Subset 3 tahun 2017

Test Statistics^{a,b}

	SAIDI_	Penjualan_L istriker_per_p elanggan	Penambahan_ Pelanggan_RT_ per_pelanggan_ non_RT	Penambahan_ Pelanggan_no n_RT	Gangguan_Pe nyulang_	present ase_ga ngguan _trafo	presentase_ susut_listrik _
Chi-Square	.369	9.706	5.168	8.347	10.037	8.427	9.853
df	2	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	*	.008	.075	.015	.007	.015	.007

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

(Halaman sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Annisa Ramadhan adalah anak kedua dari dua bersaudara. Lahir 13 Februari 1995 Surabaya. Penulis adalah anak kedua dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh dimulai dari SDN 601 Surabaya (2001-2007), SMPN 22 Surabaya (2007-2010), SMAN 5 Surabaya (2010-2013). Kemudian penulis menempuh pendidikan Diploma Departemen Statistika FMIPA ITS (2013-2017), selanjutnya penulis meneruskan pendidikan Sarjana Departemen Statistika FMKSD ITS. Apabila pembaca ingin berdiskusi, ataupun ingin memberikan kritik maupun saran, dapat melalui email annisaramadhan807@gmail.com