

**PENERAPAN ANALISIS KORESPONDENSI
BERSAMA PADA PEMETAAN PEMBANGUNAN
DAERAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN**

SKRIPSI



SUREFTI BATO' SAU'

H051171515

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

MARET 2022

**PENERAPAN ANALISIS KORESPONDENSI
BERSAMA PADA PEMETAAN PEMBANGUNAN
DAERAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

SUREFTI BATO' SAU'

H051171515

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

MARET 2022

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa Skripsi yang saya buat dengan judul:

PENERAPAN ANALISIS KORESPONDENSI BERSAMA PADA PEMETAAN PEMBANGUNAN DAERAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN

Adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Makassar, 02 Maret 2022



SUREFTI BATO' SAU'

NIM. H051171515

**PENERAPAN ANALISIS KORESPONDENSI BERSAMA PADA
PEMETAAN PEMBANGUNAN DAERAH DI PROVINSI
SULAWESI SELATAN**

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama,



Anisa, S.Si., M.Si

NIP. 19730227 199802 2 001

Pembimbing Pertama,



Dra. Nasrah Sirajang, M.Si

NIP. 19650519 199303 2 002

Ketua Departemen Statistika



Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si

NIP. 19720117 199703 2002

Pada Tanggal: 02 Maret 2022

HALAMAN PENGESAHAN

**PENERAPAN ANALISIS KORESPONDENSI BERSAMA PADA
PEMETAAN PEMBANGUNAN DAERAH DI PROVINSI
SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

SUREFTI BATO' SAU'

H051171515

**Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada tanggal 2 Maret 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.**

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,



Anisa, S.Si., M.Si.

NIP. 19730227 199802 2 001



Dra. Nasrah Sirajang, M.Si.

NIP. 19650519 199303 2002

Ketua Departemen Statistika



Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si.

NIP. 19720117 199703 2002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya oleh bimbingan dan penyertaan-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Penerapan Analisis Korespondensi Bersama Pada Pemetaan Pembangunan Daerah di Provinsi Sulawesi Selatan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis telah melewati perjuangan panjang dan kendala yang tidak sedikit. Namun berkat rahmat dan izin-Nya serta dukungan dari berbagai pihak yang turut membantu baik moril maupun material sehingga akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya dan penghargaan yang tak terhingga kepada Ayahanda *Yohanis Bato' Sau'* dan Ibunda tercinta *Sisilia Matasik* yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kesabaran dan dengan limpahan cinta, kasih sayang, dan doa kepada penulis yang tak pernah habis, saudara-saudara penulis *Sitampang Bato' Sau'*, *Emasiana Bato' Sau'*, *Delani Bato' Sau'* dan kakak ipar *Reny Paembonan* yang selalu membantu, menghibur dan menjadi penyemangat untuk segera menyelesaikan masa studi penulis.

Ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan juga penulis ucapkan kepada:

1. Ibu Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si., selaku Ketua Departemen Statistika yang telah seperti orang tua sendiri. Segenap dosen pengajar dan staf Departemen Statistika yang telah membekali ilmu dan kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.
2. Ibu Anisa, S.Si., M.Si selaku Pembimbing Utama dan Ibu Dra. Nasrah Sirajang, M.Si selaku Pembimbing Pertama penulis yang telah ikhlas meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan arahan, pengetahuan, motivasi, semangat dan bimbingan di tengah kesibukan beliau.
3. Bapak Drs. Raupong, M.Si selaku Penasehat Akademik sekaligus tim penguji penulis yang telah meluangkan waktunya di tengah kesibukan untuk memberikan arahan, pengetahuan, motivasi serta bimbingan sejak awal perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir.

4. Ibu Sri Astuti Thamrin, S.Si.,M.Stat., Ph.D selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan tugas akhir ini.
5. Sahabat tercinta penulis selama perkuliahan, Triana Rahayu, Sri Mulyani, Nurul Hidayah Magfira, Rahma Fitriani Maradi Ibrahim, Mirna, Abdul Rahman, La Ode Muhammad Ikhlil Annaufal dan Iwan Kurniawan yang telah menjadi sahabat terbaik sejak awal perkuliahan, memberikan semangat, dan motivasi dalam setiap keadaan sehingga hidup lebih berkesan.
6. Wandu Ashar H.T selaku kakak terbaik yang selalu mengayomi, memotivasi dan membantu penulis dalam berorganisasi maupun selama masa perkuliahan. Terima kasih selalu ada.
7. Teman-teman sepermainan sejak kecil hingga sekarang Imelda Matasik, Eranti Rante, Sri Kurnia Rapang, Gladys Libraeni Tangkeallo, Luse Rumpang Pariama dan Putry Dayani Pata'dungan yang selalu menjadi teman sepermainan dan selalu ada dalam suka maupun duka .
8. Sahabat HIMAKOS, Kanda Muh. Dadang Kurniawan, dan Muh. Ilyas yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
9. Keluarga Besar HIMASTAT FMIPA Unhas dan HIMATIKA FMIPA Unhas yang telah memberikan banyak pelajaran dan pengalaman dalam berorganisasi serta mengukir kisah yang akan selalu diingat tapi tidak untuk diulang.
10. Keluarga Mahasiswa FMIPA Unhas terkhusus KM FMIPA 2017 yang selalu menjadi teman berbagi makanan, cerita, tawa bahkan derita dari masa maba hingga menjadi teman maperwa.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan tambahan pengetahuan baru bagi para pembelajaran statistika. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Makassar, 02 Maret 2022


Surefti Bato' Sau'

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Surefti Bato' Sau'
NIM : H051171515
Program Studi : Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul:

“Penerapan Analisis Korespondensi Bersama Pada Pemetaan Pembangunan Daerah Di Provinsi Sulawesi Selatan”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada tanggal 02 Maret 2022.

Yang menyatakan



Surefti Bato' Sau'

ABSTRAK

Analisis korespondensi bersama merupakan pengembangan dari analisis korespondensi berganda yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar kategori pada dua atau lebih variabel yang fokus pada rekonstruksi matriks Burt. Rekonstruksi matriks Burt dilakukan pada blok diagonalnya saja dikarenakan pada analisis korespondensi berganda solusinya dianggap melebih-lebihkan nilai inersia total sebab pada diagonal utamanya merupakan hasil tabulasi silang dari setiap variabel dengan dirinya sendiri. Pembangunan daerah adalah proses perubahan suatu daerah ke arah yang lebih baik atau meningkat melalui upaya yang dilakukan secara merata dan terencana dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Penelitian ini bertujuan menerapkan analisis korespondensi bersama untuk memperoleh perubahan proporsi nilai inersia dan pemetaan pembangunan daerah di provinsi Sulawesi Selatan tahun 2019 yang ditinjau dari 9 variabel pembangunan daerah. Hasil analisis korespondensi bersama secara signifikan meningkatkan proporsi nilai inersia sebesar 29.53% dari analisis korespondensi berganda sehingga diperoleh keakuratan hasil pengolahan data yang lebih besar dengan variabel dominan yang berpengaruh terhadap pembangunan daerah yaitu variabel Fasilitas Kesehatan, Fasilitas Pendidikan dan IPM serta pemetaan pembangunan daerah yang terbagi menjadi 4 klaster berdasarkan metode *Single Linkage*. Variabel kategori dan Kabupaten/Kota yang berada dalam satu klaster yang sama mengindikasikan adanya hubungan yang erat dikarenakan jaraknya yang saling berdekatan (*nearest neighbor*) pada plot pemetaan.

Kata Kunci: *Analisis Korespondensi Bersama, Pembangunan Daerah, Inersia.*

ABSTRACT

Joint correspondence analysis is a development of multiple correspondence analysis used to determine relationships between categories on two or more variables that focus on the reconstruction of the Burt matrix. The reconstruction of the Burt matrix is carried out only on its diagonal blocks because in the analysis of multiple correspondence the solution is considered to overestimate the total inertial value because the main diagonal is the result of cross tabulation of each variable by itself. Regional development is the process of changing an area in a better direction or increasing through efforts carried out evenly and planned with the aim to improve the welfare of the community. The study aims to apply joint correspondence analysis to obtain changes in the value of inertial proportions and mapping of regional development in South Sulawesi province in 2019 which is reviewed from 9 regional development variables. The results of the joint correspondence analysis significantly increase the value of the proportion of inertia by 29.53% from the multiple correspondence analysis so that the accuracy of the data processing results is greater with dominant variables that affect regional development, namely health facilities, educational facilities and HDI variables and mapping of regional development divided into 4 clusters based on the Single Linkage method. Category variables and Regency/City that are in the same cluster indicate a close relationship due to the proximity of each other (nearest neighbor) in the mapping plot.

Keywords: *Joint Correspondence Analysis, Regional Development, Inertia.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penulisan	4
1.5 Manfaat Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Analisis Korespondensi	5
2.2 Penguraian Nilai Singular.....	6
2.3 Analisis Korespondensi Bersama	8
2.4 Analisis Biplot.....	14
2.5 Analisis Klaster	15
2.5.1 Metode <i>Single Linkage</i>	16

2.6	Pembangunan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Sumber Data	19
3.2	Identifikasi Variabel	19
3.3	Metode Analisis.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Pengkategorian Data Variabel.....	25
4.2	Deskripsi Data	28
4.3	Matriks Indikator dan Matriks Burt.....	35
4.4	Analisis Korespondensi Berganda.....	35
4.5	Analisis Korespondensi Bersama	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN.....		53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Matriks Indikator.....	9
Tabel 3.1	Variabel Penelitian.....	20
Tabel 4.1	Pembagian Kategori untuk 9 Variabel Data Pembangunan Daerah dengan Menggunakan Aturan Sturges.....	25
Tabel 4.2	Pengkategorian Data untuk 9 Variabel Pembangunan Daerah di Provinsi Sulawesi Selatan.....	27
Tabel 4.3	Nilai Massa Baris dan Massa Kolom Analisis Korespondensi Berganda.....	36
Tabel 4.4	Nilai Singular, Nilai Inersia Utama dan Proporsi Inersia Analisis Korespondensi Berganda untuk setiap Dimensi	37
Tabel 4.5	Nilai Massa Baris atau Massa Kolom Analisis Korespondensi Bersama	41
Tabel 4.6	Nilai Singular, Nilai Inersia Utama dan Proporsi Inersia Analisis Korespondensi Bersama untuk setiap Dimensi	42
Tabel 4.7	Nilai Koordinat Utama Kolom Analisis Korespondensi Bersama.....	44
Tabel 4.8	Nilai Kontribusi Variabel Kategori Analisis Korespondensi Bersama	45
Tabel 4.9	<i>k Nearest Neighbors and Distances</i> 3 Kabupaten/Kota.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Frekuensi setiap kategori untuk variabel PDRB Harga Berlaku (X_1).....	30
Gambar 4.2	Frekuensi setiap kategori untuk variabel Laju Pertumbuhan Ekonomi (X_2).....	30
Gambar 4.3	Frekuensi setiap kategori untuk variabel PDRB Per Kapita (X_3) ..	31
Gambar 4.4	Frekuensi setiap kategori untuk variabel IPM (X_4).....	31
Gambar 4.5	Frekuensi setiap kategori untuk variabel Fasilitas Pendidikan (X_5).....	32
Gambar 4.6	Frekuensi setiap kategori untuk variabel Fasilitas Kesehatan (X_6).....	33
Gambar 4.7	Frekuensi setiap kategori untuk variabel Persentase Jalan Baik (X_7).....	34
Gambar 4.8	Frekuensi setiap kategori untuk variabel Persentase Rumah Tangga Pengguna Listrik PLN (X_8).....	34
Gambar 4.9	Frekuensi setiap kategori untuk variabel Pengguna Air Bersih (PDAM) (X_9)	34
Gambar 4.10	Pemetaan Pembangunan Daerah Di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2019 dengan Menggunakan Analisis Korespondensi Bersama	46
Gambar 4.11	<i>Nearest Neighbor analysis</i> Kota Makassar	47
Gambar 4.12	<i>Nearest Neighbor analysis</i> Kabupaten Wajo	47
Gambar 4.13	<i>Nearest Neighbor analysis</i> Kabupaten Pangkep	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pembangunan Daerah Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Sulawesi Selatan Tahun 2019	54
Lampiran 2. Matriks Indikator Z	56
Lampiran 3. Matriks Burt (B) Analisis Korespondensi Berganda	57
Lampiran 4. Matriks Korespondensi P Analisis Korespondensi Berganda.....	58
Lampiran 5. Koordinat Standar Baris dan Koordinat Standar Kolom Analisis Korespondensi Berganda	59
Lampiran 6. Matriks Burt Baru ($\hat{\mathbf{B}}$) Analisis Korespondensi Bersama.....	60
Lampiran 7. Matriks Korespondensi P Analisis Korespondensi Bersama	61
Lampiran 8. Dendrogram <i>Hierarchical Cluster analysis</i>	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan daerah pada umumnya dapat diartikan sebagai suatu proses perubahan suatu daerah ke arah yang lebih baik atau meningkat melalui upaya yang dilakukan secara merata dan terencana. Tujuan pembangunan daerah sendiri pada dasarnya adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Kesejahteraan masyarakat yang dimaksud tidak hanya menyangkut kemampuan mencukupkan kebutuhan yang bersifat materil seperti sandang, papan dan pangan, namun juga pemenuhan kebutuhan yang bersifat nonmaterial seperti pendidikan, kesehatan, peningkatan sumber daya manusia dan lain-lain (Kartono & Nurcholis, 2010).

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan luas wilayah sebesar 46.717,48 km persegi yang terdiri dari 21 Kabupaten dan 3 Kota, dengan jumlah penduduk mencapai 8,85 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2020). Berdasarkan hasil penelitian dari Lumbantoruan dan Hidayat (2015) pembangunan daerah di provinsi Sulawesi Selatan termasuk dalam klasifikasi daerah berkembang cepat. Pembangunan daerah di provinsi Sulawesi Selatan lebih lanjut dapat dilihat dari berbagai faktor pembangunan daerah yang cukup bervariasi. Menurut Raina Darmasari dkk (2015) pada umumnya pembangunan daerah dapat dilihat dari 3 faktor utama yaitu faktor pembangunan ekonomi, pembangunan sumber daya manusia (SDM) dan pembangunan infrastruktur. Ketiga komponen pembangunan ini saling berkaitan dan mempengaruhi antara yang satu dengan yang lain. SDM dan infrastruktur merupakan penunjang bagi pembangunan ekonomi dan secara timbal balik pembangunan ekonomi yang berjalan baik juga akan semakin mempercepat laju peningkatan kualitas infrastruktur dan kualitas SDM suatu daerah (Damarsari, Junaidi, & Yulmardi, 2015). Pembangunan ekonomi adalah serangkaian usaha dan kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat, memperluas lapangan kerja, serta pemeratakan distribusi pendapatan masyarakat. Menurut Lumbantoruan dan Hidayat (2015) untuk melihat keberhasilan pembangunan ekonomi suatu daerah dapat dilihat berdasarkan faktor pertumbuhan ekonomi

daerah. Selain itu, menurut Badan Pusat Statistik (2020) melalui publikasinya yaitu PDRB Kabupaten/Kota Se Sulawesi Selatan menurut Lapangan Usaha 2016-2020 nilai PDRB harga berlaku dapat menunjukkan kemampuan sumber daya ekonomi daerah dan juga nilai PDRB per kapita yang juga dapat menunjukkan pendapatan rata-rata penduduk yang mana menurut Lincoln Arsyad (2006) pendapatan per kapita merupakan indikator yang paling sering digunakan sebagai tolok ukur tingkat kesejahteraan ekonomi penduduk yang merupakan tujuan dari pembangunan ekonomi. Selanjutnya pembangunan SDM dapat diukur tingkat keberhasilannya melalui indikator yang disebut Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menurut Badan Pusat Statistik (2020) melalui publikasinya yaitu Statistik Daerah Sulawesi Selatan 2020, yang mana IPM ini menjelaskan bagaimana penduduk dapat mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan dan sebagainya. Sedangkan untuk pembangunan infrastruktur, menurut Brilyawan dan Santosa (2021) infrastruktur kemudian dipecah menjadi infrastruktur ekonomi yaitu jalan, listrik, dan air bersih serta infrastruktur sosial yang terdiri dari kesehatan dan pendidikan. Berdasarkan uraian sebelumnya maka pembangunan daerah dapat diwakili oleh 9 (sembilan) variabel indikator pembangunan daerah tersebut.

Pembangunan daerah di provinsi Sulawesi Selatan dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode statistik. Ada berbagai macam metode statistik yang dapat digunakan untuk melihat pemetaan hubungan antara dua atau lebih variabel dan menampilkan posisi suatu daerah tertentu. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah analisis korespondensi (*correspondence analysis*), yang mana analisis korespondensi adalah salah satu teknik dalam statistika multivariat yang merupakan teknik reduksi data dengan tujuan mempelajari hubungan antara dua atau lebih variabel kualitatif secara grafik yang digunakan untuk eksplorasi data dari tabel kontingensi (A.A. Mattjik, 2011). Analisis korespondensi terbagi atas tiga jenis yaitu analisis korespondensi sederhana, analisis korespondensi berganda, dan analisis korespondensi bersama (*joint correspondence analysis*). Analisis korespondensi bersama merupakan analisis eksplorasi data multivariat untuk dua variabel atau lebih yang diproyeksikan dalam sebuah grafik dengan baris dan kolom yang digambarkan secara bersamaan. Analisis korespondensi bersama adalah

pengembangan dari analisis korespondensi berganda. Setelah diperoleh nilai-nilai yang dibutuhkan dari analisis korespondensi berganda, dapat dilakukan perhitungan analisis korespondensi bersama. Adapun kelebihan dari analisis korespondensi bersama dibandingkan analisis korespondensi berganda adalah dapat memperbesar proporsi nilai inersia sehingga diperoleh keakuratan hasil pengolahan data lebih besar (Greenacre M. , 2007).

Penelitian mengenai analisis korespondensi telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, yaitu Maryatin (2013) dalam penelitiannya dengan judul “Analisis Korespondensi Sederhana dalam Tindak Kejahatan di Kabupaten Jember” diperoleh hasil analisis bahwa pencurian dengan kekerasan cenderung terjadi pada pukul 24:00 – 07:00 WIB di sekitar Kecamatan Balung, Umbulsari, Kencong, Puger, dan Gumukmas. Selanjutnya penelitian dari Lesnussa (2017) dalam penelitiannya dengan judul “Aplikasi Analisis Korespondensi Berganda terhadap Pemetaan Pembangunan Kota Ambon” dengan menggunakan 4 variabel yaitu banyaknya fasilitas pendidikan, banyaknya fasilitas kesehatan, banyaknya penduduk miskin, banyaknya objek wisata dan 1 variabel biner yaitu letak strategis (berdasarkan jalan pusat kota). Diperoleh hasil analisis bahwa kecamatan yang dilalui jalan pusat kota Ambon menunjukkan adanya peningkatan sarana pendidikan, sarana kesehatan dan jumlah penduduk miskin, sedangkan untuk indikator objek wisata terjadi peningkatan pada kecamatan yang tidak dilalui jalan pusat kota. Berikutnya dari Kasih (2020) dengan judul “Profil Kebencanaan di Pulau Sulawesi Menggunakan Metode Korespondensi” diperoleh hasil analisis bahwa provinsi Sulawesi Tengah merupakan wilayah paling sering terjadi bencana alam gempa bumi, provinsi Gorontalo sebagai wilayah dengan korban terbanyak akibat bencana alam puting beliung dan rata-rata bencana banjir yang terjadi menyebabkan jumlah korban meninggal dengan level rendah atau satu yaitu kurang dari tujuh puluh tiga orang. Penelitian-penelitian tersebut menandakan bahwa analisis korespondensi dapat diterapkan pada berbagai jenis kasus, termasuk data pembangunan daerah. Berdasarkan uraian dan penelitian sebelumnya, maka dalam skripsi ini akan dikaji tentang **“Penerapan Analisis Korespondensi Bersama Pada Pemetaan Pembangunan Daerah Di Provinsi Sulawesi Selatan”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dikaji oleh penulis sesuai dengan latar belakang yang telah diuraikan yaitu:

1. Bagaimana perubahan proporsi nilai inersia dari analisis korespondensi berganda ke analisis korespondensi bersama?
2. Bagaimana pemetaan hubungan variabel indikator pembangunan daerah dengan Kabupaten/Kota di provinsi Sulawesi Selatan menggunakan analisis korespondensi bersama?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada data pembangunan daerah yaitu Laju Pertumbuhan Ekonomi, PDRB Harga Berlaku, PDRB Per Kapita, Indeks Pembangunan Manusia (IPM), Jumlah Fasilitas Pendidikan, Jumlah Fasilitas Kesehatan, Persentase Jalan Baik, Persentase Rumah Tangga pengguna Listrik PLN dan Jumlah Pengguna Air Bersih(PDAM). Data pembangunan daerah yang digunakan merupakan data tahunan yaitu tahun 2019.
2. Pembagian kategori untuk setiap variabel terbatas pada aturan *sturges*.

1.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Memperoleh perubahan proporsi nilai inersia dari analisis korespondensi berganda ke analisis korespondensi bersama.
2. Memperoleh pemetaan hubungan variabel indikator pembangunan daerah dengan Kabupaten/Kota di provinsi Sulawesi Selatan menggunakan analisis korespondensi bersama.

1.5 Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat akademisi yaitu menambah pengetahuan mengenai metode analisis korespondensi bersama. Selain itu hasil analisis juga dapat menginformasikan perkembangan pembangunan daerah di provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2019 dengan menggunakan analisis korespondensi bersama.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Korespondensi

Analisis korespondensi ditemukan dan dikembangkan pertama kali tahun 1960-an oleh Jean-Paul, Benzecri dkk di Perancis. Analisis korespondensi diartikan sebagai teknik penyajian data antar baris, antar kolom, dan antar baris dan antar kolom tabel kontingensi dua arah yang kemudian dapat diperluas untuk tabel kontingensi multi arah. Menurut Mattjik dan Sumertajaya (2011), metode analisis korespondensi adalah suatu ilmu yang mempelajari hubungan antara dua atau lebih peubah kualitatif, yaitu dengan teknik multivariat secara grafik yang digunakan untuk eksplorasi data dari sebuah tabel kontingensi. Metode korespondensi ini memproyeksikan baris-baris dan kolom-kolom dari matriks data sebagai titik-titik ke dalam sebuah grafik berdimensi rendah. Analisis korespondensi digunakan untuk mereduksi dimensi variabel dan menggambarkan profil vektor baris dan vektor kolom suatu matrik data dari tabel kontingensi. Hasil dari analisis korespondensi biasanya menggunakan dua dimensi terbaik untuk mempresentasikan data, yang menjadi koordinat titik dan suatu ukuran jumlah informasi yang ada dalam setiap dimensi yang biasa dinamakan inersia (Johnson & Wichern, 2002).

Asumsi analisis korespondensi antara lain merupakan teknik non parametrik yang tidak memerlukan pengujian asumsi, seperti kenormalan, autokorelasi, multikolinearitas, heteroskedastisitas dan linieritas sebelum melakukan metode selanjutnya. Dimensi yang terbentuk dalam metode korespondensi disebabkan dari kontribusi titik-titik dari dimensi yang terbentuk dan penamaan dari dimensinya subjektif dari kebijakan, pendapat dan error. Adapun variabel yang digunakan dalam analisis korespondensi adalah variabel diskrit yaitu berupa data nominal atau ordinal yang mempunyai beberapa kategori (A.A. Mattjik, 2011).

Kelebihan analisis korespondensi antara lain tepat untuk menganalisis data variabel kategori yang dapat digambarkan secara sederhana dengan tabulasi silang, tidak hanya menggambarkan hubungan antara baris dengan kolom, tetapi juga antar kategori dalam setiap baris dan kolom, memberikan tampilan grafik gabungan dari

kategori baris dan kolom pada satu gambar dengan dimensi yang sama, dan cukup fleksibel untuk digunakan pada data matriks yang berukuran besar. Terlepas dari kelebihanannya, analisis korespondensi juga memiliki kekurangan. Adapun kekurangan dari analisis korespondensi adalah tidak cocok untuk pengujian hipotesis tetapi sangat tepat untuk eksplorasi data (Greenacre M. J., 1984).

2.2 Penguraian Nilai Singular

Penguraian nilai singular/*Singular Value Decomposition* (SVD) adalah salah satu teknik dekomposisi yang berkaitan dengan nilai singular (*singular value*) suatu matriks yang merupakan salah satu karakteristik matriks tersebut (Ariyanti, 2010). Penguraian nilai singular (SVD) bertujuan untuk mereduksi dimensi data berdasarkan keragaman data (nilai eigen/inersia) terbesar dengan mempertahankan informasi yang optimum sehingga diperoleh hasil yaitu vektor eigen dan nilai singular dari masing-masing dimensi yang terbentuk. Nilai singular dicari untuk memperoleh koordinat utama baris dan koordinat utama kolom sehingga hasil analisis korespondensi dapat dengan mudah diketahui hubungan (asosiasinya) jika divisualisasikan ke dalam bentuk grafik (Greenacre M. J., 1984). Penguraian nilai singular atau *singular value decomposition* (SVD) merupakan salah satu konsep aljabar matriks dan konsep *eigen decomposition* yang terdiri dari nilai eigen dan vektor eigen. Adapun untuk penguraian nilai singular diekspresikan dalam matriks A sebagai berikut:

Dekomposisi nilai singular matriks A $m \times n$ adalah faktorisasi dari

$$A = UD_{\lambda}V^T \quad (2.1)$$

dengan: U adalah matriks ortogonal berukuran $m \times m$, D_{λ} adalah matriks diagonal berukuran $m \times n$ yang unsur-unsurnya merupakan nilai singular dari S dan V adalah matriks ortogonal berukuran $n \times n$. Untuk persamaan tersebut berlaku persamaan:

$$U^T U = V^T V = I \quad (2.2)$$

dengan: I adalah matriks identitas (Greenacre M. , 2007).

Teorema SVD juga menyatakan bahwa matriks $S_{m \times n}$ dapat dinyatakan sebagai dekomposisi matriks yaitu matriks U , D_{λ} dan V^T . Matriks D_{λ} merupakan matriks diagonal dengan elemen diagonalnya berupa nilai-nilai singular matriks A ,

sedangkan matriks \mathbf{U} dan \mathbf{V}^T merupakan matriks yang kolom-kolomnya berupa vektor singular kiri dan vektor singular kanan dari matriks \mathbf{A} untuk nilai singular yang bersesuaian. Adapun untuk nilai singular dari matriks \mathbf{A} yang termuat dalam diagonal matriks \mathbf{D}_λ diperoleh dari akar pangkat dua dari nilai-nilai eigen tidak nol matriks $\mathbf{A}^T\mathbf{A}$ atau $\mathbf{A}\mathbf{A}^T$ yang disusun berurutan dari yang terbesar sampai terkecil, untuk lebih jelasnya dapat dilihat sebagai berikut:

misalkan \mathbf{A} adalah matriks $m \times n$. Jika $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ adalah nilai-nilai eigen dari $\mathbf{A}^T\mathbf{A}$, maka $\sigma_1 = \sqrt{\lambda_1}, \sigma_2 = \sqrt{\lambda_2}, \dots, \sigma_n = \sqrt{\lambda_n}$ disebut nilai-nilai singular dari matriks \mathbf{A} dengan $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n$ sehingga $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \dots \geq \sigma_n$.

Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan penguraian nilai singular pada matriks $\mathbf{A}_{m \times n}$ menjadi matriks \mathbf{U} , matriks \mathbf{D}_λ dan matriks \mathbf{V}^T :

- 1) Tentukan nilai eigen dari matriks $\mathbf{A}\mathbf{A}^T$
- 2) Tentukan vektor-vektor eigen u_1, u_2, \dots, u_m yang bersesuaian dengan nilai-nilai eigen dari matriks $\mathbf{A}\mathbf{A}^T$
- 3) Normalisasi vektor eigen u_1, u_2, \dots, u_m dengan cara setiap komponen vektornya dibagi dengan panjang vektor
- 4) Bentuk matriks \mathbf{U} atau matriks singular kiri dengan menggunakan vektor-vektor eigen u_1, u_2, \dots, u_m yang telah dinormalisasi
- 5) Tentukan nilai eigen dari matriks $\mathbf{A}^T\mathbf{A}$
- 6) Tentukan vektor-vektor eigen v_1, v_2, \dots, v_n yang bersesuaian dengan nilai-nilai eigen dari matriks $\mathbf{A}^T\mathbf{A}$
- 7) Normalisasi vektor eigen v_1, v_2, \dots, v_n dengan cara setiap komponen vektornya dibagi dengan panjang vektor
- 8) Bentuk matriks \mathbf{V} atau matriks singular kanan dengan menggunakan vektor-vektor eigen v_1, v_2, \dots, v_n yang telah dinormalisasi, kemudian transpose-kan matriks \mathbf{V} menjadi matriks \mathbf{V}^T
- 9) Bentuklah matriks \mathbf{D}_λ berukuran $m \times n$ dengan elemen-elemen diagonalnya adalah nilai-nilai singular dari matriks \mathbf{A} dengan susunan dari terbesar ke terkecil. Adapun nilai singular pada diagonal matriks \mathbf{D}_λ adalah akar pangkat dua dari nilai-nilai eigen yang tidak nol dari $\mathbf{A}^T\mathbf{A}$ atau $\mathbf{A}\mathbf{A}^T$ (Ariyanti, 2010).

2.3 Analisis Korespondensi Bersama

Analisis korespondensi bersama merupakan analisis eksplorasi data multivariat untuk dua variabel atau lebih yang diproyeksikan dalam sebuah grafik dengan baris dan kolom yang digambarkan secara bersamaan. Analisis korespondensi bersama adalah pengembangan dari analisis korespondensi berganda (Greenacre M. , 2007). Pada analisis korespondensi berganda solusinya dianggap melebih-lebihkan nilai inersia total karena pada struktur matriks Burtnya dengan submatriks pada diagonal utamanya merupakan tabulasi silang dari setiap variabel dengan dirinya sendiri. Untuk mengatasi masalah ini maka muncul alternatif yaitu analisis korespondensi bersama, yang mana analisis korespondensi bersama merupakan algoritma iteratif yang menemukan kuadrat terkecil terbobot optimal yang sesuai dengan tabel *off-diagonal* matriks Burt dengan tujuan memperbesar proporsi nilai inersia sehingga diperoleh keakuratan hasil pengolahan data yang lebih besar (Greenacre & Nenadic, 2007).

Pada analisis korespondensi bersama perlu dilakukan analisis korespondensi berganda terlebih dahulu karena dalam analisis korespondensi bersama perlu dilakukan rekonstruksi matriks Burt menjadi matriks Burt baru yang mana dalam proses ini diperlukan hasil-hasil perhitungan dari analisis korespondensi berganda. Adapun nilai-nilai yang dibutuhkan dari analisis korespondensi berganda adalah nilai massa baris dan massa kolom, nilai singular serta nilai koordinat baris dan koordinat kolom. Setelah diperoleh nilai-nilai yang dibutuhkan maka dapat dilanjutkan dengan perhitungan analisis korespondensi bersama.

1. Matriks Indikator

Matriks indikator atau biasa dinotasikan dengan \mathbf{Z} merupakan matriks yang menunjukkan presensi dari kategori tiap tiap individu atau *case*. Matriks indikator dinotasikan dengan \mathbf{Z} yang berisi elemen biner yakni 0 atau 1, dimana 1 merepresentasikan bahwa suatu unit masuk dalam suatu kategori dan 0 tidak terindikasi memiliki sebuah karakteristik. Matriks indikator \mathbf{Z} berorde $N \times J$ dengan N adalah total individu dan J adalah total kategori. Di bawah ini ditunjukkan pengkodean data mentah menjadi matriks indikator (D'Enza & Greenacre, 2012).

Sebagai contoh diberikan suatu matriks data yang memiliki jumlah individu $N = 8$ dan jumlah variabel kategorik $Q = 4$, dengan $J_1 = 2$ kategori yaitu a dan A, $J_2 = 2$ kategori yaitu b dan B, $J_3 = 3$ yaitu c, C dan γ , serta $J_4 = 4$ kategori yaitu d, D, V dan Δ . Pada Tabel 2.1 berikut diperoleh informasi bahwa individu pertama dan kedua memberikan respon a untuk variabel pertama, b untuk variabel kedua, c untuk variabel ketiga, dan d untuk variabel keempat.

Tabel 2.1 Matriks Indikator

	x_a	x_b	x_c	x_d		a	A	b	B	c	C	γ	d	D	δ	Δ	
1	a	b	c	d	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	Q = 4
2	a	b	c	d	2	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	Q = 4
3	A	b	c	d	3	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	Q = 4
4	a	B	c	D	4	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	Q = 4
5	A	B	c	D	5	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	Q = 4
6	a	B	C	δ	6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	Q = 4
7	A	B	C	δ	7	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	Q = 4
8	a	B	γ	Δ	8	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	Q = 4
						N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7	N_8	N_9	N_{10}	N_{11}	
						=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	
						5	3	3	5	5	2	1	3	2	2	1	

2. Matriks Burt Baru (\hat{B})

Matriks Burt adalah tabel kontingensi multi arah yang merupakan hasil tabulasi silang dari matriks indikator gabungan variabel-variabel kategorinya. Apabila terdapat W variabel kategori, Z_w adalah matriks indikator dari variabel kategori ke- w dengan $w = 1, 2, \dots, W$, sedangkan $Z = [Z_1 Z_2 \dots Z_W]$ adalah matriks indikator gabungan variabel kategorinya. Matriks Z kemudian ditabulasikan silang $Z^T \cdot Z$ dengan persamaan berikut (Greenacre M., 2007).

$$B = (b_{ij}) = Z^T \cdot Z = \begin{bmatrix} Z_1^T \cdot Z_1 & Z_1^T \cdot Z_2 & \dots & Z_1^T \cdot Z_W \\ Z_2^T \cdot Z_1 & Z_2^T \cdot Z_2 & \dots & Z_2^T \cdot Z_W \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_W^T \cdot Z_1 & Z_W^T \cdot Z_2 & \dots & Z_W^T \cdot Z_W \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Menurut Michael Greenacre (2007) matriks Burt baru (\hat{B}) direkonstruksi dengan menggunakan nilai-nilai hasil perhitungan yang telah diperoleh dari analisis korespondensi berganda yaitu nilai singular, koordinat baris dan koordinat kolom, massa baris dan massa kolom, serta jumlah pengamatan total. Adapun untuk rekonstruksi matriks Burt dilakukan hanya

pada blok diagonalnya saja dikarenakan pada analisis korespondensi berganda solusinya dianggap melebih-lebihkan nilai inersia total karena pada struktur matriks Burtnya dengan submatriks pada diagonal utamanya merupakan hasil tabulasi silang dari setiap variabel dengan dirinya sendiri (Greenacre & Nenadic, 2007). Untuk melakukan rekonstruksi tabel *off-diagonal* matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\hat{\mathbf{B}} = (\hat{b}_{ij}) = nr_i r_j \left(1 + \sum_{s=1}^S \lambda_s x_{is} x_{js} \right) \quad (2.4)$$

dengan: n adalah jumlah pengamatan total, r_i adalah massa baris ke- i , r_j adalah massa kolom ke- j , λ_s adalah nilai singular dimensi ke- s , x_{is} adalah koordinat standar baris ke- i untuk dimensi ke- s dan x_{js} adalah koordinat standar kolom ke- j untuk dimensi ke- s .

Langkah selanjutnya adalah memperbaharui nilai-nilai diagonal utama matriks Burt (\mathbf{B}) dengan menggunakan nilai-nilai diagonal utama matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) tanpa mengubah nilai-nilai lain pada matriks Burt (\mathbf{B}). Setelah diperoleh matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) yang sudah direkonstruksi, maka selanjutnya dilakukan uji konvergensi. Adapun uji konvergensi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Rosjati, 2018):

$$|\text{diag}(\hat{\mathbf{B}}) - \text{diag}(\mathbf{B})| \leq \varepsilon \quad (2.5)$$

dengan: $\hat{\mathbf{B}}$ adalah matriks Burt baru, \mathbf{B} adalah matriks Burt dan $\varepsilon = 1 \times 10^{-4}$.

Keadaan konvergen didapat bila selisih mutlak antara nilai-nilai diagonal dalam blok diagonal utama matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) dengan solusi sebelumnya mendekati nol (Greenacre M. , 2007). Jika keadaan konvergen belum didapatkan, maka dilanjutkan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mengganti matriks Burt (\mathbf{B}) dengan matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) yang telah diperoleh sebelumnya pada analisis korespondensi bersama.
- b. Melakukan analisis korespondensi berganda kembali dengan menggunakan matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) untuk memperoleh nilai total pengamatan, nilai massa baris dan massa kolom, nilai singular serta nilai koordinat standar baris dan koordinat standar kolom.

- c. Melakukan analisis korespondensi bersama lagi tepatnya melakukan rekonstruksi matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) lagi dengan menggunakan nilai-nilai baru yang diperoleh pada langkah (b).
 - d. Proses ini dilakukan terus menerus sampai diperoleh keadaan yang konvergen.
3. Matriks Korespondensi

Matriks korespondensi atau matriks frekuensi relatif pada analisis korespondensi bersama merupakan matriks proporsi sel-sel frekuensi matriks indikator terhadap matriks Burt baru $\hat{\mathbf{B}}$ atau *grand total*-nya(n). Matriks korespondensi diperoleh dengan cara melakukan standarisasi terhadap matriks Burt baru $\hat{\mathbf{B}}$ yaitu dengan membagi setiap sel pada matriks Burt baru $\hat{\mathbf{B}}$ dengan jumlah total nilai elemen-elemen matriks Burt baru $\hat{\mathbf{B}}$ dengan persamaan sebagai berikut (Greenacre M. , 2007):

$$\mathbf{P} = P_{ij} = \frac{\hat{b}_{ij}}{n} \tag{2.6}$$

dengan: $\mathbf{P} = P_{ij}$ adalah matriks korespondensi baris ke- i kolom ke- j , n adalah jumlah total elemen-elemen matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) dan \hat{b}_{ij} adalah matriks Burt baru baris ke- i kolom ke- j .

4. Massa Baris dan Massa Kolom

Massa baris dan massa kolom adalah nilai yang menyatakan proporsi suatu kategori terhadap semua kategori yang dibentuk. Perhitungan massa kolom dan massa baris mendapatkan nilai yang sama karena matriks Burt baru ($\hat{\mathbf{B}}$) merupakan matriks yang simetris, sehingga solusi untuk baris dan kolomnya sama (Nenadic & Greenacre, 2005).

Massa baris \mathbf{r}_i diperoleh dengan menjumlahkan setiap baris dari matriks korespondensi, dengan rumus:

$$\mathbf{r}_i = \mathbf{P} \cdot \mathbf{1}_{i \times 1} \tag{2.7}$$

adapun untuk matriks diagonal baris atau \mathbf{D}_r diperoleh sebagai berikut:

$$\mathbf{D}_r = \text{diag}(\mathbf{r}) = \begin{bmatrix} p_{1.} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & p_{2.} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & p_{i.} \end{bmatrix} \tag{2.8}$$

Massa kolom \mathbf{c}_j juga diperoleh dengan menggunakan cara yang sama yaitu dengan menjumlahkan setiap kolom dari matriks korespondensi.

$$\mathbf{c}_j = \mathbf{P} \cdot \mathbf{1}_{i \times 1}^T \quad (2.9)$$

adapun untuk matriks diagonal kolom atau \mathbf{D}_c diperoleh sebagai berikut:

$$\mathbf{D}_c = \text{diag}(\mathbf{c}) = \begin{bmatrix} p_{.1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & p_{.2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & p_{.j} \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

5. Profil Baris dan Profil Kolom

Profil adalah proporsi dari setiap baris atau kolom matriks korespondensi yaitu setiap frekuensi pengamatan baris ke- i dan kolom ke- j dibagi dengan jumlah setiap total baris dan kolomnya masing-masing. Kemudian dapat dibentuk matriks \mathbf{R} berukuran $a \times b$ sebagai berikut:

$$\mathbf{R} = \mathbf{D}_r^{-1} \mathbf{P} = \begin{bmatrix} \frac{p_{11}}{p_{1.}} & \frac{p_{12}}{p_{1.}} & \cdots & \frac{p_{1b}}{p_{1.}} \\ \frac{p_{21}}{p_{2.}} & \frac{p_{22}}{p_{2.}} & \cdots & \frac{p_{2b}}{p_{2.}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{p_{a1}}{p_{a.}} & \frac{p_{a2}}{p_{a.}} & \cdots & \frac{p_{ab}}{p_{a.}} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Matriks \mathbf{R} disebut profil baris (*row profile*) dalam ruang berdimensi b , dengan jumlah unsur-unsur profil dari baris adalah sama dengan satu. Sedangkan matriks \mathbf{C} yang berukuran $b \times a$ adalah:

$$\mathbf{C} = \mathbf{D}_c^{-1} \mathbf{P}^T = \begin{bmatrix} \frac{p_{11}}{p_{.1}} & \frac{p_{12}}{p_{.1}} & \cdots & \frac{p_{a1}}{p_{.1}} \\ \frac{p_{21}}{p_{.2}} & \frac{p_{22}}{p_{.2}} & \cdots & \frac{p_{a2}}{p_{.2}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{p_{1b}}{p_{.b}} & \frac{p_{2b}}{p_{.b}} & \cdots & \frac{p_{ab}}{p_{.b}} \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

Matriks \mathbf{C} disebut sebagai profil kolom (*column profile*) dalam ruang berdimensi a , dimana jumlah unsur-unsur dari profil kolom sama dengan satu.

6. Matriks Residual Standar

Matriks residual standar diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{S} = \mathbf{D}_r^{-\frac{1}{2}}(\mathbf{P} - \mathbf{r}\mathbf{c})\mathbf{D}_c^{-\frac{1}{2}} \quad (2.13)$$

dengan: \mathbf{S} adalah matriks residual standar, \mathbf{D}_r adalah matriks diagonal elemen dari \mathbf{r} , \mathbf{r} adalah massa baris, \mathbf{c} adalah massa kolom dan \mathbf{D}_c adalah matriks diagonal dari elemen \mathbf{c} (Greenacre M. , 2007).

7. Penguraian Nilai Singular

Membentuk penguraian nilai singular (*Singular Value Decomposition*) dari matriks residual standar \mathbf{S} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.1 yang telah dijelaskan sebelumnya. Adapun hasil yang diperoleh dari penguraian nilai singular yaitu vektor eigen \mathbf{v}_{ij} dan nilai singular (\mathbf{a}_s) untuk setiap dimensi yang terbentuk.

8. Nilai Inersia Utama

Nilai inersia utama (λ_s) merupakan nilai yang menunjukkan kontribusi dimensi ke-s pada inersia total, adapun nilai inersia total dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\lambda_s = \mathbf{a}_s^2 \quad (2.14)$$

Berikutnya nilai total inersia (Λ) diperoleh dengan cara menghitung trace dari hasil kali antara matriks residual standar dengan transpose dari matriks residual standar.

$$\Lambda = \text{trace}(\mathbf{S}\mathbf{S}^T) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(\mathbf{P}_{ij} - \mathbf{r}_i\mathbf{c}_j)^2}{\mathbf{r}_i\mathbf{c}_j} \quad (2.15)$$

Selanjutnya untuk menghitung proporsi nilai inersia yang digunakan untuk menunjukkan proporsi inersia utama matriks Burt Baru terhadap total inersia digunakan persamaan persamaan berikut (Greenacre M. , 2007):

$$\lambda_s(\%) = \frac{\lambda_s}{\Lambda} \times 100\% \quad (2.16)$$

9. Koordinat Profil

Koordinat profil pada analisis ini terbagi menjadi dua yaitu koordinat standar dan koordinat utama. Nilai koordinat standar dicari terlebih dahulu untuk menentukan nilai koordinat utama. Adapun untuk koordinat standar baris dan kolom dapat diperoleh sebagai berikut berikut:

a. Koordinat Standar

Koordinat standar adalah koordinat dari sekumpulan titik sedemikian rupa sehingga jumlah kuadrat terboboti disepanjang sumbu sama dengan satu (Greenacre M. , 2007). Adapun untuk koordinat standar diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\mathbf{X} = \mathbf{D}_r^{-\frac{1}{2}}\mathbf{U} \quad (2.17)$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{D}_c^{-\frac{1}{2}}\mathbf{V} \quad (2.18)$$

dengan: \mathbf{X} adalah koordinat standar baris dan \mathbf{Y} adalah koordinat standar kolom.

b. Koordinat Utama

Koordinat utama adalah koordinat dari sekumpulan titik yang diproyeksikan ke sumbu utama, sehingga jumlah kuadrat terboboti disepanjang sumbu utama sama dengan nilai inersia utama pada sumbu. Koordinat utama baris digunakan untuk memberikan gambaran letak antar responden, sedangkan koordinat utama kolom digunakan untuk variabel kategori. Adapun untuk memperoleh koordinat utama baris dan kolom digunakan persamaan sebagai berikut (Greenacre M. , 2007):

$$\mathbf{F} = \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda}_s \quad (2.19)$$

$$\mathbf{G} = \mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda}_s \quad (2.20)$$

dengan: \mathbf{F} adalah koordinat utama baris dan \mathbf{G} adalah koordinat utama kolom.

2.4 Analisis Biplot

Dalam Analisis Multivariat terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah atau mengolah data yang melibatkan banyak variabel. Semakin banyak variabel yang diukur dan semakin banyak objek yang diamati, maka ukuran tabel yang dimiliki akan semakin besar dan semakin sulit untuk menginterpretasikannya. Untuk itu diperlukan suatu metode yang mampu mempermudah interpretasi dari data yang dimiliki. Metode Multivariat yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut salah satunya adalah analisis biplot.

Analisis biplot adalah salah satu metode statistika dimana hasil analisis disajikan secara visual yang bertujuan untuk menyajikan secara simultan n objek

pengamatan dan p variabel dalam ruang bidang datar atau dua dimensi (Gugutua, Hatidjaa, & Langia, 2013). Menurut A.A. Mattjik (2011) terdapat empat hal penting yang dapat dilihat pada tampilan biplot yaitu kedekatan antar objek, keragaman variabel, hubungan (korelasi) antar variabel, dan nilai variabel pada suatu objek. Analisis biplot didasarkan pada penguraian nilai singular (*Singular Value Decomposition*) suatu matriks. Suatu matriks $X_{(n \times p)}$ dimana n adalah banyaknya objek dan p adalah banyaknya variabel, yang berpangkat r dikoreksi terhadap rataannya, maka bentuk matriks tersebut dapat dituliskan menjadi:

$$X = U L A^T \quad (2.21)$$

dengan $U_{(n \times r)}$ dan $A_{(p \times r)}$ yang mempunyai sifat $U^T U = A^T A = I$.

Unsur-unsur diagonal dari matriks $L_{(r \times r)}$ disebut nilai singular dari matriks X yang merupakan akar pangkat dua dari nilai-nilai eigen matriks $X^T X$. Kolom-kolom matriks U terdiri dari r vektor eigen dari matriks $X^T X$ sedangkan kolom-kolom matriks A terdiri dari r vektor eigen dari matriks XX^T yang bersesuaian.

2.5 Analisis Klaster

Analisis klaster (*cluster analysis*) merupakan teknik peubah ganda yang mempunyai tujuan utama untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan kemiripan karakteristik yang dimilikinya. Karakteristik objek-objek dalam suatu kelompok memiliki tingkat kemiripan yang tinggi, sedangkan karakteristik antar objek pada suatu gerombol dengan gerombol lain memiliki tingkat kemiripan yang rendah. Dengan kata lain, keragaman dalam suatu kelompok minimum sedangkan antar kelompok maksimum (A.A. Mattjik, 2011).

Berdasarkan tujuan analisis klaster maka diperlukan beberapa ukuran untuk mengetahui seberapa mirip atau berbeda objek-objek tersebut. Pendekatan yang biasa digunakan adalah mengukur kemiripan yang dinyatakan dalam jarak (*distance*) antara pasangan objek. Pada analisis klaster terdapat tiga ukuran untuk mengukur kesamaan antar objek, yaitu ukuran asosiasi, ukuran korelasi, dan ukuran kedekatan. Pada penelitian ini ukuran yang digunakan adalah ukuran kedekatan tepatnya menggunakan jarak euclidean. Jarak euclidean adalah besarnya jarak suatu garis lurus yang menghubungkan antar objek. Misalnya ada dua objek yaitu A

dengan koordinat (x_1, y_1) dan B dengan koordinat (x_2, y_2) maka jarak antara kedua objek tersebut dapat diukur dengan rumus:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2} \quad (2.22)$$

ukuran jarak atau ketidaksamaan antar objek ke- i dengan objek ke- j , disimbolkan dengan d_{ij} dan variabel ke- $k = 1, 2, \dots, p$, nilai d_{ij} diperoleh melalui perhitungan jarak euclidean sebagai berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (2.23)$$

dengan: d_{ij} adalah jarak antara objek ke- i dan obyek ke- j , p adalah jumlah variabel kluster, X_{ik} adalah data dari subjek ke- i pada variabel ke- k dan X_{jk} adalah data dari subjek ke- j pada variabel ke- k (Sukmawati, 2017).

2.5.1 Metode *Single Linkage*

Metode *Single Linkage* adalah salah satu metode yang termasuk dalam *Hierarchical Cluster Analysis*. Metode *Single Linkage* merupakan metode pengelompokan yang didasarkan pada jarak minimum yaitu jarak euclidean untuk menentukan kemiripan antar objek-objeknya. Dimulai dengan dua objek yang dipisahkan dengan jarak paling pendek, maka keduanya akan ditempatkan pada cluster pertama, dan seterusnya. Metode ini dikenal pula dengan nama pendekatan tetangga terdekat (*nearest neighbor*). Hasil dari metode *single linkage* ini dapat ditampilkan dalam bentuk dendrogram atau diagram pohon, dimana dahan atau cabang dari diagram pohon tersebut menggambarkan klasternya (Sukmawati, 2017)

2.6 Pembangunan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan

Menurut Tikson (2019), pembangunan daerah dapat diartikan sebagai transformasi dalam berbagai bidang seperti ekonomi, sosial dan budaya secara merata dan terencana melalui kebijakan dan strategi menuju arah yang diinginkan. Pembangunan daerah sangat erat kaitannya dengan proses desentralisasi pembangunan yang berkembang saat ini. Dalam GBHN ditegaskan bahwa pembangunan daerah perlu senantiasa ditingkatkan agar laju pertumbuhan antar daerah semakin meningkat sehingga pelaksanaan pembangunan nasional serta tujuannya yang tertuang dalam alinea keempat Pembukaan UUD 1945 dapat terwujud di seluruh Indonesia. Selanjutnya ditegaskan pula bahwa pembangunan

daerah perlu dilaksanakan secara terpadu, selaras, serasi dan seimbang serta diarahkan agar pembangunan yang berlangsung di setiap daerah sesuai dengan prioritas dan potensi daerah (Tjiptoherijanto, 1995).

Pembangunan daerah pada umumnya tidak hanya meliputi pembangunan fisik saja seperti infrastruktur, namun juga mencakup pembangunan sumber daya manusia. Pembangunan daerah juga harus mencakup seluruh aspek bidang kehidupan masyarakat seperti bidang pendidikan, bidang kesehatan, bidang ekonomi, dan bidang sosial. Oleh sebab itu, dibutuhkan partisipasi dari seluruh elemen masyarakat baik itu dari pemerintah maupun dari masyarakat itu sendiri (Kartono & Nurcholis, 2010).

Keberhasilan pembangunan di suatu daerah dapat dilihat dari 3 komponen utama indikator pembangunan daerah yaitu pembangunan ekonomi, di mana semakin berkembang ekonomi suatu daerah maka semakin besar juga pendapatan daerah tersebut. Kedua yaitu kualitas sumber daya manusia (SDM), semakin tinggi kualitas SDM suatu daerah maka semakin produktif pula masyarakatnya. Dan ketiga adalah ketersediaan sarana dan prasarana atau infrastruktur di suatu daerah yang digunakan untuk menunjang pembangunan ekonomi dan sumber daya manusianya. Ketiga komponen pembangunan ini saling berkaitan dan mempengaruhi antara yang satu dengan yang lain. SDM dan infrastruktur merupakan penunjang bagi pembangunan ekonomi dan secara timbal balik pembangunan ekonomi yang berjalan baik juga akan semakin mempercepat laju peningkatan kualitas infrastruktur dan kualitas SDM suatu wilayah (Damarsari, Junaidi, & Yulmardi, 2015).

Pembangunan daerah di provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2019 secara umum mengalami peningkatan dari tahun-tahun sebelumnya berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik provinsi Sulawesi Selatan (2020). Pembangunan ekonomi provinsi Sulawesi Selatan terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, dapat dilihat dari nilai PDRB atas dasar harga berlaku, PDRB harga konstan dan PDRB per Kapita Sulawesi selatan yang terus mengalami kenaikan dari tahun 2015-2019, meskipun untuk nilai laju pertumbuhan ekonomi Sulawesi Selatan pada tahun 2019 cenderung mengalami perlambatan dibandingkan tahun sebelumnya tetapi tetap berada di atas laju pertumbuhan ekonomi nasional. Pembangunan SDM di

Sulawesi Selatan juga mengalami peningkatan, dapat dilihat dari nilai IPM Sulawesi Selatan yang mencapai nilai 71,66 dan pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar 0,92% dengan pertumbuhan tertinggi di tahun 2019 yaitu 1,07%. Untuk pembangunan infrastruktur di Sulawesi Selatan juga terus mengalami peningkatan, misalnya pada bidang pendidikan yang menunjukkan peningkatan jumlah sekolah tiap tahunnya, pada bidang kesehatan menunjukkan jumlah fasilitas kesehatan yang terus bertambah dan merata sampai di pedesaan yang semakin memudahkan masyarakat dalam mendapatkan pelayanan kesehatan sehingga membuat umur harapan hidup masyarakat Sulawesi Selatan terus meningkat (Badan Pusat Statistik,2020). Pembangunan infrastruktur jalan juga terus mengalami peningkatan, dapat dilihat pada perluasan dan perbaikan jalan baik itu jalan desa, jalan kota, jalan kabupaten, jalan provinsi maupun jalan nasional (Bina Marga,2019).