



Analisis Lima Faktor Lingkungan Rumah Penyintas Covid-19 di Kota Bandung Melalui Analisis Komponen Utama

Studi Kasus: Kelurahan Dago dan Sekeloa, Kecamatan Coblong

Udjianna Sekteria Pasaribu, Nisa Fadlilah Fathul Ilmi, Darman Siahaan, Fahmi Jihaduddin, dan
Utriweni Mukhaiyar

Kelompok Keilmuan Statistika, Program Studi Matematika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung
nisafadlilah.fi@gmail.com

Abstrak

Penularan Covid-19 di kluster keluarga perlu mendapat perhatian khusus, terutama pada PPKM dengan mobilitas yang berangsur-angsur kembali normal. Selain kebiasaan mematuhi dan menerapkan protokol kesehatan, kondisi lingkungan rumah juga mempengaruhi percepatan penularannya di lingkungan terkait. Studi ini mengamati lima faktor lingkungan acuan dalam menentukan kualitas suatu rumah sehat atau tidak. Kelima faktor tersebut adalah: suhu, kelembapan, ventilasi, pencahayaan, dan luas area per orang ($m^2/orang$). Selanjutnya dilakukan survey mulai 31 Maret 2021-12 April 2021 pada 38 rumah penyintas Covid-19 dari dua kelurahan yang ada di Kecamatan Coblong. Kecamatan ini menarik untuk dipelajari lebih dalam karena menjadi salah satu dari sepuluh kecamatan yang berada di Kota Bandung dengan kenaikan kasus positif Covid-19 tertinggi. Kelurahan yang dipilih adalah Dago dan Sekeloa yang sangat berdekatan dan mobilitas penduduknya tinggi. Selain menjadi sentra oleh-oleh wisatawan lokal, di sekitar 2 kelurahan tersebut berdiri masing-masing tiga PTN dan PTS. Lima faktor lingkungan di atas, tentu saja masing-masing adalah peubah acak. Analisis multivariat yang diterapkan adalah Analisis Komponen Utama. Menarik bahwa 5 variabel tersebut bisa diwakili oleh: (A) dua komponen utama dengan penyerapan total sebesar 62,86% atau (B) tiga komponen utama dengan penyerapan total sebesar 79,01%. Untuk kasus A dapat dikategorikan dalam dua komponen baru sebagai faktor lingkungan *tidak terkontrol*, yaitu suhu, kelembapan, dan pencahayaan, dan yang *terkontrol*, yaitu ventilasi dan luas area per orang. Dari survey di atas, dapat disimpulkan bahwa sirkulasi udara yang baik dan area untuk isolasi mandiri yang cukup luas dapat mengontrol penularan Covid-19 pada kluster keluarga di Kelurahan Dago dan Sekeloa.

Kata kunci: Penyintas Covid-19, lima faktor lingkungan rumah, faktor lingkungan terkontrol dan tidak

I. PENDAHULUAN

Kasus positif virus corona atau *Corona Virus Disease 2019* (Covid-19) pertama muncul di Indonesia pada 2 Maret 2020 sebanyak 2 kasus. Penyakit yang disebabkan oleh SARS-CoV-2 ini menyebar dari orang ke orang melalui droplet orang yang terinfeksi ketika ia batuk atau bersin [1]. Dengan demikian, interaksi sosial menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kenaikan kasus setiap harinya. Organisasi Kesehatan Dunia, *World Health Organization* (WHO), menganjurkan beberapa langkah preventif untuk meminimalisasi penyebaran virus, diantaranya adalah 3M (Memakai masker, Menjaga Jarak, dan Mencuci tangan menggunakan sabun) [2]. Anjuran tersebut disosialisasikan dan diterapkan oleh pemerintah pusat maupun daerah di Indonesia hingga saat ini. Monitoring kepatuhan masyarakat terhadap 3M juga terus dilakukan untuk menghindari ledakan kasus positif.

Berdasarkan data yang dirilis pada laman kawal covid, penambahan kasus harian nasional terus meningkat hingga puncak pertama terjadi pada Januari 2021 [3]. Hal ini menunjukkan perlunya menganalisis faktor lain yang mempengaruhi kenaikan kasus harian selain interaksi sosial. Schuit, dkk. menyimpulkan bahwa potensi penularan aerosol SARS-CoV-2 mungkin bergantung pada kondisi lingkungan, khususnya sinar matahari [4]. Untuk wilayah New South Wales, Australia, Ward, dkk., mengatakan bahwa adanya hubungan antara kelembapan relative terhadap kenaikan kasus [5]. Sajadi, dkk. dan Biryukov, dkk., menambahkan bahwa suhu juga dapat mempengaruhi penyebaran virus ini [6-7]. Ventilasi udara menjadi faktor lingkungan lain yang dapat menurunkan risiko penyebaran virus,





terutama di dalam ruangan. Pernyataan tersebut dipublikasikan melalui artikel pada website WHO [8]. Untuk kasus di Indonesia, Irawan, dkk., menganalisis lebih lanjut keberpengaruh faktor suhu dan kelembapan terhadap kenaikan kasus di Provinsi Kalimantan Selatan [9].

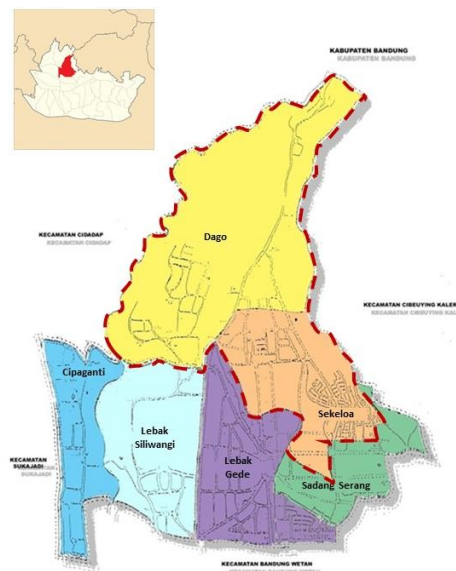
Berdasarkan hasil-hasil penelitian di atas, studi ini mengamati lima faktor lingkungan dari rumah penyintas Covid-19 di Kota Bandung. Kota ini menarik untuk diamati karena sering menjadi salah satu kota dari lima kontributor terbesar kasus positif di Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan data kasus positif Covid-19 yang dipublikasikan di Pusat Informasi Covid-19 (PUSICOV) Kota Bandung, Kecamatan Coblong adalah salah satu dari sepuluh kecamatan yang dengan kenaikan kasus positif Covid-19 tertinggi. Dengan demikian kecamatan tersebut dipilih sebagai area studi yang diobservasi.

Lima faktor lingkungan yang diukur melalui survey lapangan adalah suhu, kelembapan, pencahayaan, ventilasi, dan luas area per orang. Data hasil survey dianalisis melalui metode analisis multivariat yaitu analisis komponen utama dengan pendekatan dekomposisi nilai singular. Analisis tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi faktor yang paling dominan di lingkungan rumah penyintas. Dengan demikian hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi informasi tambahan bagi masyarakat agar memperhatikan faktor-faktor lingkungan rumah yang dapat mempengaruhi penyebaran Covid-19.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Ruang Lingkup, Prosedur, dan Data Hasil Survei

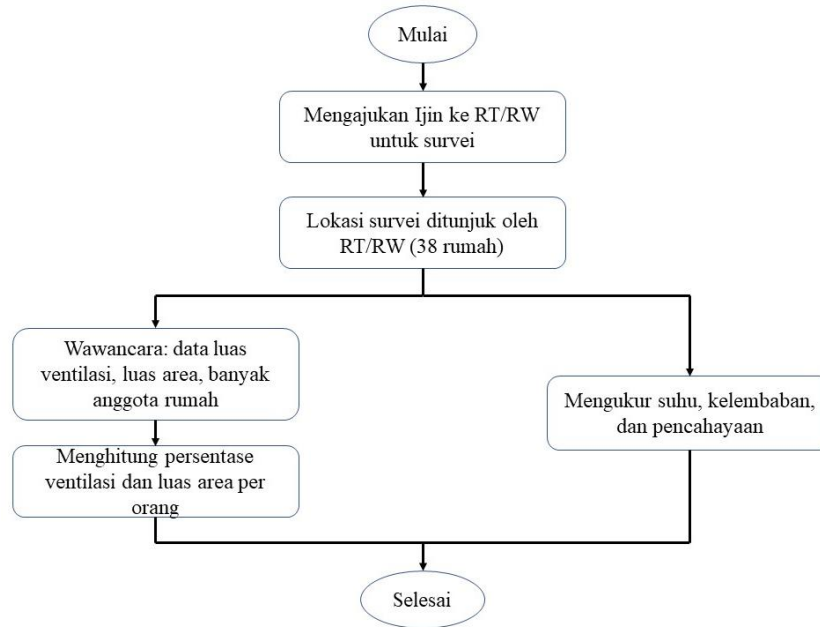
Data yang diolah pada studi ini adalah hasil survei dari 38 rumah penyintas Covid-19 yang dilaksanakan mulai 31 Maret 2021-12 April 2021. Survei dilakukan di dua kelurahan yang berasal dari Kecamatan Coblong. Kelurahan yang dipilih adalah Dago dan Sekeloa yang sangat berdekatan dan mobilitas penduduknya tinggi. Selain menjadi sentra oleh-oleh wisatawan lokal, di sekitar dua kelurahan tersebut berdiri masing-masing tiga PTN dan PTS. Area studi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kecamatan Coblong per kelurahan. Wilayah yang ditandai oleh garis merah putus-putus adalah wilayah studi, yaitu Kelurahan Dago dan Sekeloa.

Lokasi yang disurvei merupakan rumah penyintas Covid-19 yang ditunjuk oleh RT/RW setempat. Banyaknya sampel yang diobservasi adalah proporsional terhadap kepadatan penduduk. Dengan kata lain, rumah yang disurvei lebih banyak pada kelurahan dengan kepadatan yang lebih tinggi. Tiga faktor lingkungan, yaitu suhu, kelembapan, dan pencahayaan, diukur secara langsung dan simultan menggunakan alat *environmental 4 in-1*. Hasil pengukuran tersebut merupakan data kontinu. Berbeda dengan tiga faktor sebelumnya, ventilasi dan luas area per orang merupakan data rasio. Kedua parameter ini dihitung berdasarkan data luas ventilasi, luas rumah, dan banyaknya anggota keluarga yang tinggal di rumah tersebut melalui wawancara. Prosedur survei dari awal sampai memperoleh data diilustrasikan pada Gambar 2.





Gambar 2. Prosedur survei dari perijinan sampai memperoleh data lima parameter lingkungan dari 38 rumah penyintas Covid-19 di Kelurahan Dago dan Sekeloa.

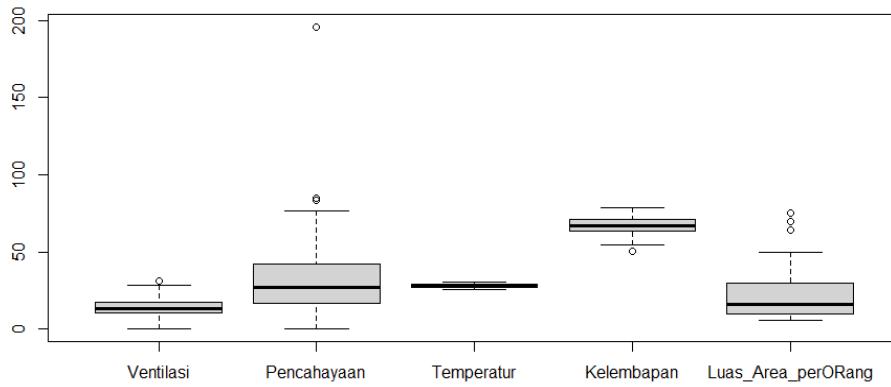
Sari numerik dari data hasil survey dan nilai standar rumah sehat tiap faktor ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai standar tersebut mengacu pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 829 tahun 1999 dan Keputusan Menteri Permukiman & Prasarana Wilayah No. 403 tahun 2002. Rata-rata rumah penyintas di kedua kelurahan sudah memenuhi standar rumah sehat kecuali pada pencahayaan dan kelembaban. Hal tersebut dapat dilihat melalui rata-rata pencahayaannya < 60 lux. Rata-rata yang bernilai rendah ini dapat dipengaruhi oleh adanya nilai yang sangat rendah, yaitu nilai minimum sebesar 0 lux. Akibatnya distribusi data dari pencahayaan sangat menyebar yang direpresentasikan oleh deviasi-bakunya yang sangat tinggi. Sebaliknya, rata-rata kelembaban justru lebih besar dari nilai standar.

Distribusi data dari tiap faktor juga berbeda-beda. Hal ini dapat dilihat dari nilai deviasi-bakunya. Pencahayaan dan luas area per orang cenderung bervariasi dibanding faktor lain. Dengan kata lain ada penyintas Covid-19 yang rumahnya sangat besar dan pencahayaan yang tinggi, begitu juga sebaliknya. Distribusi masing-masing faktor dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 3. Pada gambar tersebut terlihat adanya pencilan atas pada pencahayaan dan luas area per orang. Salah satu pencilan atas dari dua variabel tersebut adalah satu rumah yang berada di Kelurahan Dago, sedangkan sisanya berasal dari rumah yang berbeda. Ketersebaran data pada ventilasi, suhu, dan kelembaban cukup simetri jika dilihat melalui Gambar 3 (b). Kondisi ini berpadanan dengan nilai kemencengan (*skewness*) yang mendekati 0.

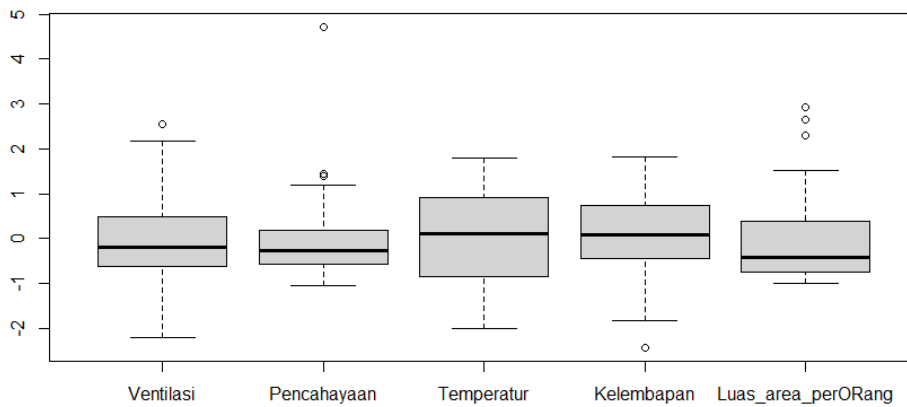
Tabel 1. Sari numerik data hasil survey dengan n= 38. Berdasarkan nilai standar rumah sehat, hanya rata-rata pencahayaan yang tidak memenuhi standar.

Faktor Lingkungan	Ventilasi (%)	Pencahayaan (lux)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Luas Area per Orang (m ² /org)
Nilai standar	≥ 10	≥ 60	18 – 30	(50 ± 10)%	≥ 9
Sari Numerik					
Rata-rata	14.53	35.97	28.17	66.44	23.23
Deviasi Baku	6.38	33.86	1.14	6.69	17.67
Minimum	0.44	0.00	25.90	50.10	5.71
Kuartil Bawah	10.69	16.92	27.20	63.52	10.07
Median	13.33	26.91	28.30	67	16.00
Kuartil Atas	17.47	41.30	29.18	71.40	30.00
Maksimum	30.80	196.00	30.20	78.60	75.00
Kemencengan	0.66	3.11	-0.182	-0.50	1.61
Kelancipan	0.90	13.07	-1.055	-0.123	2.063



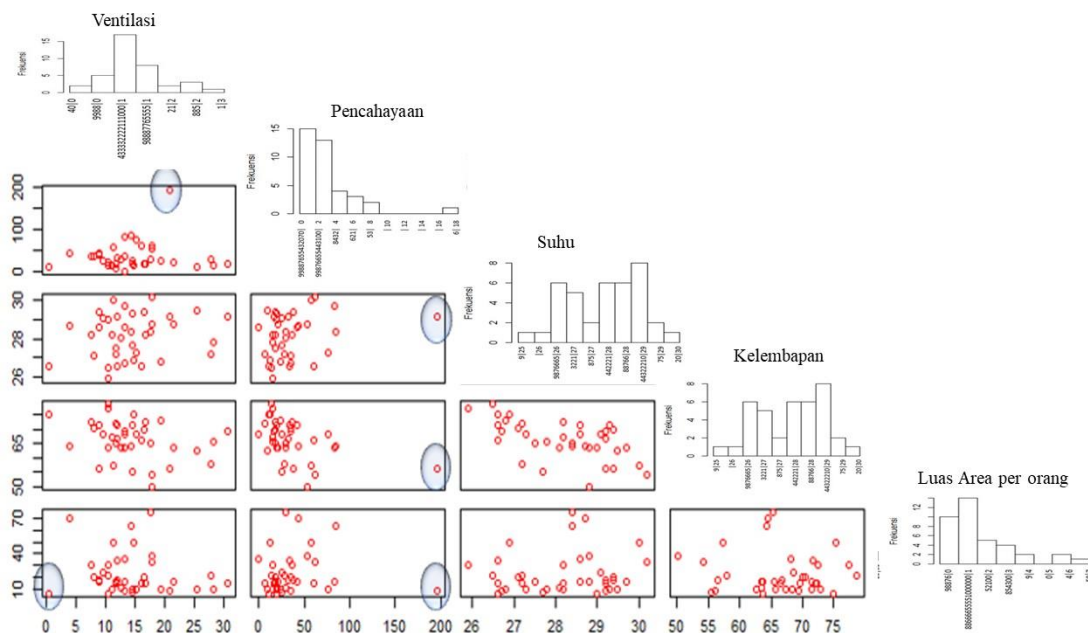


(a)



(b)

Gambar 3. Diagram kotak titik dari 38 rumah penyintas Covid-19 untuk tiap faktor lingkungan pada (a) data asli dan (b) data distandarisasi. Diagram yang distandarisasi memperjelas bentuk distribusi yang disajikan dari tiap faktor.



Gambar 4. Matriks plot dari lima faktor lingkungan yang terdiri dari diagram pencar, histogram, dan diagram batang daun. Plot pada segitiga bawah merupakan diagram pencar dari tiap pasangan peubah acak.

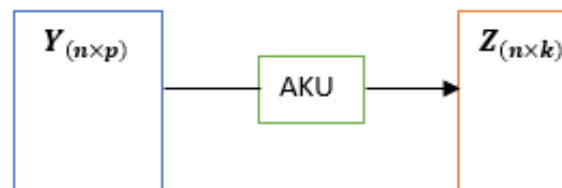




Gambar 4 merupakan plot diagram pencar dan histogram yang dipadankan dengan diagram batang daun. Datum pencilan yang sebelumnya tampak pada Gambar 3 juga terlihat pada diagram pencar yang ditandai lingkaran biru. Selain itu, hubungan linier antar pasangan variabel dapat dilihat melalui diagram ini. Pada matriks plot kolom 3 baris 3, ditunjukkan bahwa adanya hubungan linier antara suhu dan kelembapan dengan nilai korelasi sebesar $-0,567$. Dengan kata lain, semakin tinggi suhu maka kelembapannya akan semakin rendah. Berdasarkan uji koefisien korelasi untuk taraf signifikansi lebih dari 0.4% , hubungan linier antara pencahayaan dan kelembapan juga tidak dapat diabaikan dengan nilai korelasinya sebesar -0.452 . Karena ketiga variabel tersebut saling berhubungan, maka diduga akan diwakili oleh satu variabel acak baru pada hasil analisis komponen utamanya.

2.2 Analisis Komponen Utama

Analisis komponen utama (AKU) adalah salah satu metode analisis ultivariat yang digunakan untuk mereduksi dimensi data tanpa mengurangi karakteristik atau informasi data secara signifikan. Prinsip dasar AKU adalah mentransformasi data secara linier sehingga terbentuk sistem koordinat baru dengan variansi maksimum. Ilustrasi AKU dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi Analisis Komponen Utama. Metode ini bertujuan untuk mereduksi dimensi data tanpa mengurangi informasi data semula.

Misalkan $Y_{(n \times p)}$ adalah matriks acak dengan $n = 38$ adalah banyaknya observasi dan $p = 5$ adalah faktor lingkungan yang dipandang sebagai peubah acak. Metode AKU ini bertujuan membangun matriks acak baru $Z_{(n \times k)}$ dengan $k < p$ yang merupakan kombinasi linier dari matriks $Y_{(n \times p)}$. Vektor-vektor Z disebut komponen utama (KU) yang dapat dinyatakan sebagai $Z = V^T Y$, dengan V^T adalah matriks yang baris-barisnya merupakan vektor eigen dari Y .

Pada studi ini, Dekomposisi Nilai Singular (DNS) digunakan pada metode AKU. Tidak seperti Dekomposisi Nilai Eigen (DNE), pendekatan DNS dapat diterapkan untuk matriks non-persegi. Lebih jauh lagi, pendekatan DNS secara komputasi memerlukan waktu lebih pendek dalam penentuan matriks kovariansi dibandingkan DNE terutama untuk p yang semakin besar [10]. Metode AKU dengan pendekatan DNS pernah diterapkan juga pada data lain di bidang kelapa sawit oleh Pasaribu, dkk [11].

Misalkan $X_{(n \times p)}$ adalah standarisasi dari matriks $Y_{(n \times p)}$. Melalui pendekatan DNS, matriks X dapat dinyatakan sebagai:

$$X = U \Gamma V^T \quad (1)$$

dengan $U_{(n \times n)}$ dan $V_{(p \times p)}$ merupakan matriks *orthogonal* ($U U^T = I$ dan $V V^T = I$). Matriks Γ adalah matriks diagonal berukuran $n \times p$ yang diagonalnya merupakan nilai singular dari X dengan $\Gamma_{ii} = \delta_i$, untuk $i \in \{1, 2, \dots, p\}$. Dari Persamaan (1) dapat diperoleh nilai Eigen dari matriks X melalui proses sebagai berikut:

$$X^T X = V \Gamma^T U^T U \Gamma V^T = V \Gamma^T \Gamma V^T$$

Matriks $(\Gamma^T \Gamma)_{(p \times p)}$ adalah matriks diagonal dengan $diag(\Gamma^T \Gamma) = \delta_i^2 = \lambda_i$ adalah nilai eigen ke- i , untuk $i \in \{1, 2, \dots, p\}$. Maka V merupakan matriks yang kolom nya berisi vektor eigen v_i yang bersesuaian dengan λ_i . Nilai-nilai eigen dari X merepresentasikan besar keterserapan informasi dari tiap KU yang terbentuk. Persentase keterserapan informasi dari KU ke $-i$ dinyatakan sebagai:

$$\%KU_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{k=1}^p \lambda_k} \times 100\%, \text{ untuk } i \in \{1, 2, \dots, p\}.$$

Pemilihan KU pada umumnya didasarkan melalui kriteria kualitas representasi yang cukup, yaitu persentase tertentu dari total keterserapan informasi sebesar 70%-80% [12].





III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari AKU untuk data hasil survey dapat dilihat pada Tabel 2. Persentase keterserapan informasi tiap KU beserta nilai kumulatifnya dapat dilihat pada tabel tersebut. KU pertama memiliki nilai eigen paling besar dan mengecil secara berurutan. Berdasarkan kriteria yang disebutkan pada sub bab sebelumnya, banyaknya KU yang dipilih ditentukan melalui proporsi kumulatifnya. Pada studi ini dipilih dua kasus, yaitu : A) memilih 2 KU dengan keterserapan informasi 62,687% dan B) 3 KU sebesar 79,007%.

Tabel 2. Nilai eigen, proporsi variansi, dan proporsi kumulatif dari data lima faktor lingkungan. Jika hanya dipilih KU yang pertama, maka keterserapan informasinya hanya 39,849%. Jika sebanyak 2 KU yang dipilih, maka keterserapan informasinya menjadi 62,857%, begitu seterusnya.

Komponen Utama ke-	1	2	3	4	5
Nilai Eigen	1,992	1,150	0,808	0,681	0,369
Proporsi Variansi (%)	39,849	23,007	16,150	13,618	7,375
Proporsi Kumulatif (%)	39,849	62,857^A	79,007^B	92,625	100,000

Tabel 3 menunjukkan bobot dari tiap faktor lingkungan untuk tiga KU pertama. Dapat dilihat bahwa kontributor terbesar pada KU_1 adalah kelembapan dengan bobot -0.6223. Diikuti oleh suhu dan pencahayaan dengan masing-masing sebesar 0.5444 dan 0.4605. Kondisi ini sesuai dengan dugaan sebelumnya melalui sketsa diagram pencar bahwa ketiga faktor ini memiliki hubungan linier. Pada KU_2 faktor yang dominan adalah ventilasi dan luas area per orang dengan masing-masing bobot sebesar -0.6233 dan 0.7629. Jika dilihat kembali pada Tabel 3, faktor dominan pada KU_3 sudah diwakili di KU_1 . Dengan demikian kasus A dengan dua KU pertama dipilih. Maka KU_1 dan KU_2 masing-masing secara berurutan dapat disebut sebagai faktor lingkungan tidak terkontrol dan yang terkontrol.

Tabel 3. Nilai koefisien atau bobot dari lima faktor lingkungan pada tiap KU. Faktor yang memiliki kontribusi besar pada tiap KU diberi tanda bintang *).

Faktor Lingkungan	Peubah acak baru (KU)		
	KU_1	KU_2	KU_3
Ventilasi	0.3041	*-0.6233	*0.4643
Pencahayaan	*0.4605	0.1520	*-0.6976
Suhu	*0.5444	0.0785	0.2297
Kelembapan	*-0.6223	0.0086	-0.0027
Luas Area per Orang	0.1077	*0.7629	*0.4947

Berdasar Tabel 3, diperoleh model dari KU_1 dan KU_2 yang sudah diurutkan berdasarkan besar kontribusinya seperti di bawah ini.

$$KU_1 = -0.6223 \text{ Kelembapan} + 0.5444 \text{ Suhu} + 0.4605 \text{ Pencahayaan} + 0.3041 \text{ Ventilasi} + 0.1077 \text{ Luas Area per Orang}$$

$$KU_2 = 0.7629 \text{ Luas Area per Orang} - 0.6233 \text{ Ventilasi} + 0.1520 \text{ Pencahayaan} + 0.0785 \text{ Suhu} + 0.0086 \text{ Kelembapan}$$

IV. KESIMPULAN

Melalui metode analisis komponen utama pada data lima faktor lingkungan dipilih dua KU sebagai peubah acak baru. Masing-masing adalah faktor lingkungan tidak terkontrol (KU_1) dan yang terkontrol (KU_2). Faktor yang tidak terkontrol diwakili oleh kelembapan, suhu, dan pencahayaan, sedangkan yang terkontrol diwakili oleh luas area per orang dan ventilasi. Hal ini menunjukkan bahwa diduga posisi rumah secara geografis lebih berpengaruh pada proses penyebaran Covid-19. Usaha yang dapat dilakukan untuk meminimalisir penyebarannya adalah dengan menciptakan sirkulasi udara yang baik serta menyediakan tempat isolasi mandiri yang cukup seperti yang digambarkan pada KU_2 .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] He, S., Tang, S., and Rong, L., "A Discrete Stochastic Model of COVID-19 Outbreak: Forecast and Control", *Mathematical Biosciences and Engineering*, 17(4): 2792-2804, 2020
- [2] World Health Organization. Advice for the Public: Coronavirus Disease (COVID-19). Diperoleh dari Situs Web Internasional WHO, who.int. 2020





- [3] Kawal Covid-19. Grafik Interaktif untuk Data Nasional. Diperoleh dari Situs kawalcovid19.id
- [4] Schuit, M., dkk. "Airborne sars-cov-2 is rapidly inactivated by simulated sunlight. *The Journal of Infectious Diseases*, 222(4), 564–571. 2020.
- [5] Ward, M. P., Xiao, S., and Zhang, Z. "The role of climate during THE COVID-19 epidemic in New South Wales, Australia". *Transboundary and Emerging Diseases*, 67(6), 2313–2317. 2020
- [6] Sajadi, dkk." Temperature, humidity, and latitude analysis to predict potential spread and seasonality for COVID-19". University of Maryland, School of Medicine, Baltimore, USA. 2020.
- [7] Biryukov, J., dkk. "Increasing temperature and relative humidity accelerates inactivation of sars-cov-2 on surfaces". *MSphere*, 5(4). 2020.
- [8] World Health Organization. "Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the contexts of COVID-19". Diperoleh dari Situs Web Internasional WHO, who.int. Maret 2021
- [9] Irawan, F. A., Suhel, H., dan Wibawanto, A. E., "Identifikasi geospasial cuaca dan kelembapan terhadap penyebaran kasus COVID-19 menggunakan sistem informasi geografis Provinsi Kalimantan Selatan". *Jurnal Poros Teknik*, vol. 12 no. 2, 99-106. 2020.
- [10] Schwarz, C., Ackert, P., dan Mauermann, R., "Principal component analysis and singular value decomposition used for a numerical sensitivity analysis of a complex drawn part". *Int J Adv Manuf Technology*. Springer. London. 2017.
- [11] Pasaribu, U. S., Nurhayati, N., Ilmi, N. F. F., dan Sari, K. N., "Determining soil fertility using principal componen regression analysis of oil palm plantation in West Sulawesi, Indonesia". *Journal of Physics: Conference Series*. **1494** 012013. 2020.
- [12] Rencher A C. "Methods of Multivariate Analysis (3rd ed.)". New York: John Wiley & Sons, Inc. Publication. 2012.

