

Pengelompokan Provinsi Prioritas di Indonesia Guna Menilai Efisiensi Proporsi Dana Alokasi Khusus Fisik Bidang Sanitasi dan Air Minum Tahun 2020

Friska Cahya Yumanda¹, Ully Vidriza²

Abstrak

*Sustainable Development Goals (SDGs) poin enam yang berfokus pada bidang air minum, sanitasi, dan kebersihan lingkungan memiliki target untuk menciptakan akses air minum dan sanitasi layak bagi semua orang dan memastikan terjaganya kuantitas air bersih. Guna mencapainya, Indonesia menghadapi berbagai tantangan terutama disebabkan adanya ketimpangan dan perbedaan kemampuan ekonomi dalam pelaksanaan program-program bidang air minum dan sanitasi di daerah. Tulisan ini bertujuan untuk mengelompokkan provinsi-provinsi di Indonesia berdasarkan kesamaan karakteristiknya pada variabel air minum layak, sanitasi layak, Indeks Kualitas Air (IKA), dan tingkat kemiskinan menggunakan *k-means clustering*. Hasilnya, terbentuk lima buah kluster, dengan kluster satu hingga lima secara berurutan menunjukkan peringkat prioritas dari yang teratas hingga terbawah. Penentuan urutan prioritas kluster tersebut kemudian dijadikan sebagai dasar dalam melakukan perbandingan deskriptif-statistik Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik pada masing-masing kluster untuk menilai efisiensi DAK Fisik 2020, yang ternyata sudah cukup baik dalam menargetkan daerah-daerah sesuai urutan prioritasnya di bidang air minum dan sanitasi.*

Kata kunci: *k-means clustering, air, sanitasi, sustainable development goals*

Abstract

*SDGs 6, which focus on water, sanitation, and hygiene, aims to create access to drinking water and proper sanitation for all and ensuring the quality of clean water is maintained. In achieving this, Indonesia faces various challenges, mainly due to inequality and differences in economic capacity in implementing programs in the water and sanitation sector in the regions. This paper aims to group provinces in Indonesia based on their similarity of characteristics in proper drinking water, proper sanitation, IKA, and poverty level indicators using *k-means clustering*. As a result, five clusters were formed, with clusters one to five sequentially showed priority rankings from the highest to the lowest. The priority order of the clusters determined before, is then used as the basis for conducting descriptive statistical comparisons of the DAK Fisik allocation in each cluster to assess the efficiency of DAK Fisik allocation in 2020, which turned out to be quite good at targeting regions according to their priority order in the drinking water and sanitation sector.*

Keywords: *k-means clustering, water, sanitation, sustainable development goals*

Pendahuluan

Air merupakan sumber daya yang dibutuhkan untuk menopang hampir segala jenis aktivitas vital seluruh makhluk hidup. Air juga merupakan ruang kehidupan dan sebagai salah satu zat dasar dalam pembentukan lingkungan kehidupan berbagai jenis organisme. Dengan terjaganya ekosistem perairan, maka terjaga pula persediaan makanan dan lingkungan yang produktif bagi semua makhluk hidup. Seiring meningkatnya populasi dunia, kebutuhan terhadap air pun semakin meningkat. Namun, sebagai akibat dari berbagai faktor alami maupun

yang disebabkan oleh aktivitas manusia, sumber daya air yang ada kian berkurang atau tercemar (Kılıç, 2020). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Liyanage dan Yamada (2017) dan Kustanto (2020) menemukan bahwa pertambahan jumlah penduduk secara signifikan memiliki pengaruh negatif terhadap perubahan kualitas air.

Ketersediaan air yang bersih dan cukup merupakan kebutuhan hidup mendasar bagi seluruh masyarakat. Oleh karenanya, sudah menjadi keharusan bagi manusia untuk menjaga kualitas dan kuantitas air agar dapat dibagi secara adil oleh generasi sekarang dan

¹ Departemen Ekonomi Pembangunan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta (email korespondensi: friskacahya@upnvj.ac.id)

² Departemen Ekonomi Pembangunan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta (email: ullyavidriza@upnvj.ac.id)

yang akan datang. Terlebih, peran air sangat penting bagi kehidupan manusia karena dapat mempengaruhi kesehatan dan standar hidup masyarakat. Apabila indikator kesehatan lingkungan seperti air bersih dan sanitasi tidak memadai, maka dapat berdampak negatif bagi kesehatan masyarakat dan ekonomi negara. Sebaliknya, negara dengan kondisi lingkungan yang baik cenderung memiliki tingkat kesehatan dan ekonomi yang baik pula (Mayasari, 2020).

Mempertimbangkan hal-hal tersebut di atas, maka menjamin ketersediaan dan pengelolaan air bersih dan sanitasi yang berkelanjutan bagi semua orang menjadi target sasaran pada Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) keenam yang disepakati oleh negara-negara di dunia. Dalam mencapainya, pemerintah bukan hanya memiliki tanggung jawab dalam menjamin pemenuhan kebutuhan air bersih dan sanitasi bagi seluruh masyarakat, melainkan juga memastikan bahwa pengelolaan air dalam rangka pemenuhan kebutuhan tersebut dapat dilakukan dengan berkelanjutan sehingga tidak mempengaruhi ketersediaan dan kualitas air dalam jangka panjang.

Target atau sasaran capaian pada bidang air minum dan sanitasi di antaranya mencakup tujuan perluasan dukungan kapasitas air atau sanitasi, mendukung partisipasi masyarakat lokal terhadap pengelolaan air berkelanjutan, menciptakan akses air minum yang aman untuk semua orang, akses terhadap sanitasi yang adil, meningkatkan kualitas air, meningkatkan efisiensi penggunaan air, menerapkan *Integrated Water Resources Management* (IWRM) dengan mempromosikan pembangunan dan pengelolaan air, tanah, dan sumber daya terkait secara berkelanjutan sehingga dapat memenuhi aspek ekonomis tanpa mengorbankan ekosistem, serta melindungi dan memulihkan ekosistem terkait air (UNEP, 2017).

Dalam mewujudkan SDGs keenam di bidang air dan sanitasi, di Indonesia sendiri terdapat garis koordinasi antara pemerintah pusat melalui kementerian-kementerian terkait dengan pemerintah daerah. Sejak penerapan desentralisasi di Indonesia, pemerintah daerah memiliki tanggung jawab lebih dalam hal pengelolaan dan penyediaan air bersih dan sanitasi. Dalam hal penyediaan air bersih, kewajiban untuk memberikan layanan ini diberikan kepada Perusahaan Daerah Air Minum

(PDAM) (Elysia, 2018).

Sementara itu, dalam mewujudkan penyediaan air yang berkelanjutan pemerintah juga memiliki tanggung jawab dalam menjaga kualitas dan kuantitas air bersih melalui pelestarian lingkungan. Kesadaran akan pentingnya mengatasi permasalahan lingkungan seperti kekurangan air dan polusi, sebenarnya sudah tercermin dalam kebijakan-kebijakan nasional terkait air dan sanitasi yang berupaya mempromosikan pembangunan berbasis pelestarian lingkungan yang konsisten dengan nilai-nilai pelestarian lingkungan. Akan tetapi, dengan skala tantangan yang sangat besar dan kendala berupa tingkat investasi yang dibutuhkan jauh melampaui sumber daya yang ada pada sektor terkait saat ini, menyebabkan pelaksanaannya belum menunjukkan pencapaian sesuai target maupun peningkatan akses dan kualitas layanan yang signifikan (Shuang et al., 2019).

Hal tersebut ditunjukkan dari belum tercapainya target Indeks Kualitas Air (IKA) nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yang diukur menggunakan metode indeks pencemaran air sungai (PIj). IKA merupakan salah satu acuan yang digunakan untuk menilai seberapa baik kualitas air yang dikonsumsi masyarakat. Pada tahun 2021, nilai IKA nasional adalah sebesar 53,33 atau turun 0,2 poin dibandingkan tahun 2020 dengan rincian sebanyak 14 provinsi telah berhasil memenuhi target IKA pada tahun 2021 yaitu sebesar 55,20, sementara 20 provinsi sisanya belum mencapai target. Salah satu penyebab utama hal tersebut adalah *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan E. Coli yang menunjukkan belum terkelola dengan baiknya limbah rumah tangga sehingga upaya untuk mempercepat perbaikan sanitasi lingkungan sangat penting untuk dilakukan. Terlebih pada tahun 2021, masih terdapat 24 provinsi yang memiliki capaian sanitasi aman di bawah capaian nasional, ditambah dengan adanya studi yang menemukan bahwa hampir sebesar 70% dari 20.000 sumber air minum yang diuji di Indonesia tercemar limbah tinja rumah tangga (UNICEF, 2022).

Selama periode tahun 2015 hingga 2021, tren IKA cenderung fluktuatif dan sempat mengalami penurunan pada tahun 2016, 2018, dan 2021, kemudian mengalami kenaikan pada tahun 2017, 2019, dan 2020. Dalam 7 tahun terakhir tersebut, capaian Indeks Kualitas Air Nasional yang telah berhasil memenuhi target

hanya terjadi pada tahun 2015 yang mencapai 53,1 poin dengan target 52 poin dan pada 2017 yaitu sebesar 53,2 poin dengan target 53 poin (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, 2021).

Sementara itu, dalam hal pencapaian pemenuhan akses air minum layak dan aman bagi setiap orang, sebelumnya melalui Rencana Program Jangka Menengah (RPJMN) 2015-2019 dimandatkan bahwa target akses air bersih nasional yang akan dicapai adalah sebesar 100%. Namun faktanya, pada tahun 2018 capaian akses air bersih baru mencapai 73,6% dan pada 2019 naik hanya menjadi 76%. Hal tersebut menunjukkan bahwa *progress* pelaksanaan kegiatan yang ada masih terbilang lambat dan belum mencapai target semestinya. Oleh karena itu, terdapat penyesuaian rencana di mana sisa capaian hingga 100% terhadap akses air minum layak dan 15% akses air minum aman akan dilaksanakan pada 5 tahun mendatang sebagaimana dimandatkan dalam RPJMN 2020-2024.

Salah satu tantangan terbesar dalam pelaksanaan program pada sektor air minum dan sanitasi adalah terkait masalah pendanaan, salah satunya disebabkan belum meratanya pembangunan dan kemampuan keuangan di daerah, serta belum memadainya mekanisme penyaluran dana yang mengiringi penyerahan tanggung jawab dari pemerintah pusat kepada pemerintah daerah dalam pelaksanaan program-program di daerah. Beberapa sumber pendanaan pemerintah pada sektor-sektor tersebut di antaranya berasal dari Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik, Hibah, maupun dana terhadap kementerian lembaga terkait.

Pada DAK Fisik di bidang Sanitasi dan Air Minum sendiri, fokus penggunaan ditujukan untuk berbagai kegiatan pembangunan di luar sektor kesehatan dan sebagai intervensi terhadap stunting, yaitu dengan menyediakan dan memastikan akses air bersih dan akses sanitasi pada lokasi prioritas yang sudah ditentukan (Harjanto et al., 2021). DAK yang bersifat *specific grant*, memiliki kekhususan untuk dialokasikan dalam melaksanakan kegiatan-kegiatan yang mendukung prioritas nasional berdasarkan perencanaan strategis jangka menengah, sehingga tidak dialokasikan secara rutin bagi semua daerah setiap tahunnya. Dengan demikian, perencanaan DAK harus berada dalam kebijakan dan strategi jangka

menengah untuk mendanai kegiatan dan program yang menjadi prioritas nasional guna membantu pemerintah daerah terutama pada lokasi prioritas dalam menyelesaikan masalah mereka karena tidak memiliki anggaran yang memadai (Manshur, 2020).

Tidak dapat dipungkiri bahwa masih rendahnya capaian persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak dan layanan sanitasi layak di daerah-daerah juga merupakan dampak dari adanya kesenjangan dan ketimpangan yang terjadi di Indonesia. Di Provinsi Papua misalnya, setengah dari penduduknya belum memiliki akses air minum yang layak dan hanya satu dari tiga rumah tangga yang telah memiliki layanan sanitasi layak. Perbedaan jauh terlihat di Provinsi DKI Jakarta, di mana lebih dari 90% rumah tangga telah memiliki akses air minum dan sanitasi layak.

Melihat adanya ketimpangan dan kesenjangan tersebut, maka diperlukan kajian lebih lanjut mengenai perbedaan capaian pada indikator air dan sanitasi di daerah-daerah. Dalam penelitian ini, digunakan analisis *k-means clustering* dengan tujuan untuk mengelompokkan provinsi-provinsi yang memiliki kesamaan karakteristik pada indikator air minum layak, sanitasi layak, indeks kualitas air, dan kemiskinan berdasarkan tingkat capaiannya. Berdasarkan hasil pengelompokan tersebut, dapat ditentukan urutan prioritas masing-masing klaster dari urutan teratas yang memiliki capaian terburuk, hingga urutan terbawah dengan capaian terbaik.

Hasil pengelompokan dan pemeringkatan urutan prioritas klaster tersebut kemudian dijadikan sebagai dasar dalam melakukan perbandingan deskriptif statistik alokasi DAK Fisik bidang air minum dan sanitasi pada tahun 2020. DAK Fisik yang bertujuan untuk membantu mendanai pembangunan bagi daerah-daerah prioritas atau tertinggal, jika dilaksanakan sesuai dengan prinsipnya dapat menjadi strategi yang ideal untuk mewujudkan pemerataan pembangunan di Indonesia, termasuk dalam kaitannya dengan SDGs keenam yang memiliki target menciptakan akses air dan sanitasi secara universal.

Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa pencapaian akses air minum dan sanitasi secara universal merupakan pekerjaan yang sulit dan memerlukan waktu dan biaya yang besar, sehingga dalam penelitian ini dibatasi terhadap upaya untuk mewujudkan aspek pemerataan pembangunan

agar daerah-daerah yang meduduki urutan prioritas teratas dapat mengejar ketertinggalannya terhadap daerah-daerah prioritas terbawah dalam indikator air minum dan sanitasi layak.

Dengan melakukan perbandingan deskriptif statistik alokasi DAK Fisik bidang air minum dan sanitasi pada masing-masing klaster sesuai dengan urutan prioritas yang telah ditentukan, dapat diketahui sejauh mana efesiensi alokasi DAK Fisik pada tahun 2020 dalam menargetkan daerah-daerah sesuai urutan prioritasnya. Hasil dari penelitian ini diharapkan juga dapat menjadi pertimbangan bagi pemerintah dalam menentukan kebijakan atau program yang sesuai untuk masing-masing daerah di masa depan, khususnya dalam rangka mewujudkan pemerataan capaian indikator air minum dan sanitasi layak pada daerah-daerah di Indonesia.

Kerangka Teori

Target SDGs Keenam

Indikator air minum, sanitasi, dan kebersihan (WASH) yang memiliki peran penting dalam mempengaruhi standar hidup dan kesehatan masyarakat serta perkenomian negara, disepakati oleh negara-negara di dunia sebagai fokus dari *Sustainable Development Goals* keenam yang ditargetkan hingga tahun 2030. SDGs keenam menginginkan terwujudnya akses universal terhadap air minum dan sanitasi yang memadai dan terjangkau bagi semua tanpa terkecuali, disertai dengan perbaikan kualitas air dan lingkungan secara berkelanjutan.

Dalam mewujudkan target SDGs keenam, bidang-bidang sosial ekonomi dianggap memiliki kaitan yang erat dalam mendukung indikator air minum dan sanitasi layak, sehingga permasalahan-permasalahan di bidang sosial ekonomi seperti kemiskinan dan kesenjangan sosial menjadi salah satu aspek yang tidak dapat dipandang sebelah mata. Upaya pengentasan kemiskinan dianggap memiliki dampak positif yang substansial terhadap peningkatan akses air minum dan sanitasi dasar. Itulah sebabnya banyak negara berpenghasilan rendah seringkali mengalami kesulitan untuk mencapai tujuan akses universal ke layanan dasar, terutama di sektor air dan sanitasi (Swe et al., 2021).

Di satu sisi, apabila pendapatan masyarakat tidak memadai dan kebutuhan dasar tidak dapat terpenuhi, maka pendapatan suatu rumah tangga tidak mencukupi untuk dialokasikan dalam pembangunan fasilitas sanitasi dan akses air

yang lebih baik. Sebaliknya, apabila pendapatan masyarakat meningkat dan kebutuhan dasar sudah dapat terpenuhi, barulah terdapat cukup alokasi pendapatan untuk pembangunan sanitasi dasar dan akses air yang lebih baik. Sementara di sisi lain, penduduk di bawah garis kemiskinan juga merupakan kelompok masyarakat yang paling terdampak dari sulitnya akses terhadap air minum layak dan sanitasi layak.

Sebagian besar kelompok masyarakat termiskin di negara berkembang, pada umumnya terpaksa mengkonsumsi air yang tidak layak sehingga mempengaruhi produksi jenis makanan yang mereka konsumsi. Pengelolaan air dan sanitasi yang buruk juga dapat menjadi tempat berkembang biaknya malaria dan diare yang menjadi momok masyarakat miskin (Seckler et al., 1999). Dalam kasus terburuk, permasalahan-permasalahan tersebut dapat berujung pada meningkatnya kasus *stunting* dan kematian bayi.

Stunting atau gagal tumbuh pada balita telah diidentifikasi sebagai permasalahan kesehatan prioritas utama, dengan ditetapkannya target untuk mengurangi prevalensi *stunting* sebesar 40% antara tahun 2010 dan 2025. Dengan sifat *stunting* yang merupakan sebuah siklus, di mana perempuan yang mengalami *stunting* di masa kanak-kanak cenderung memiliki keturunan dengan *stunting*, menyebabkan siklus kemiskinan antar generasi dan berkurangnya kualitas sumber daya manusia sulit diputus (Prendergast & Humphrey, 2014). Berdasarkan data Kementerian Kesehatan, pada tahun 2018 *stunting* masih dialami lebih dari 30% balita di Indonesia (Booth et al., 2019).

Dengan adanya intervensi peningkatan indikator sanitasi, air minum, dan kebersihan, maka diharapkan dapat memperbaiki bukan hanya permasalahan di bidang kesehatan, akan tetapi juga pada bidang sosial-ekonomi seperti mengurangi kemiskinan dan kesenjangan. Hal tersebut sebagaimana dibuktikan dari hasil penelitian oleh Putra dan Rianto (2016) yang menemukan bahwa rumah tangga dengan akses terhadap air bersih memiliki tingkat pendapatan lebih besar 17,17% dibandingkan rumah tangga yang tidak memiliki akses terhadap air bersih.

Penggunaan variabel tingkat kemiskinan dalam melakukan analisis *clustering* juga didasarkan pada target SDGs keenam yang memberi penekanan pada aspek kesetaraan dan non-diskriminatif bagi semua orang untuk memperoleh haknya dalam hal pemenuhan

kebutuhan terhadap air minum dan sanitasi layak. Sehingga untuk mendukung perencanaan melalui lensa pro-miskin, evaluasi yang dilakukan terhadap kebijakan yang ada tidak boleh menutupi aspek kesenjangan regional atau sosial-ekonomi (Garriga & Foguet, 2013). Oleh karenanya, pengikutsertaan variabel tingkat kemiskinan dalam mengevaluasi kebijakan penting dilakukan guna mendukung tujuan perencanaan pembangunan yang berorientasi pada pemerataan.

Metode Penelitian

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari Situs Resmi dan Publikasi oleh Badan Pusat Statistik dan Kementerian Keuangan Republik Indonesia. Adapun unit observasinya adalah 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2020. Terdapat empat variabel yang digunakan untuk melakukan analisis clustering provinsi-provinsi Indonesia dalam penelitian ini. Penjelasan mengenai keempat variabel tersebut disajikan dalam tabel 1.

Standardisasi Data

Standardisasi data penting dilakukan sebelum melakukan *clustering* dengan tujuan untuk menyeragamkan satuan dari semua variabel penelitian sehingga nilai data tidak lagi tergantung pada satuan pengukuran tertentu, melainkan menggunakan nilai baku atau z-score yang merupakan nilai perbedaan antara nilai data asli dan rata-rata, dibagi dengan standar

deviasi. Berikut merupakan rumus standardisasi dengan nilai baku.

Dengan:

x = nilai yang diamati (skor asli)

μ = rata-rata populasi

σ = standar deviasi populasi

Z = nilai baku

Analisis Kluster

Analisis kluster (*clustering*) merupakan metode multivariat yang termasuk ke dalam jenis algoritma *unsupervised learning*. Tujuan utama dilakukannya analisis *clustering* adalah untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya, sehingga objek-objek dalam satu *cluster* memiliki tingkat kemiripan yang maksimum dan objek antar cluster memiliki kemiripan yang minimum. Secara umum metode clustering dapat dibagi menjadi beberapa jenis, di antaranya metode partisi (*partitional clustering*), metode hierarki (*hierarchical clustering*), dan metode berdasarkan kepadatan (*density-based clustering*) (Tan et al., 2014).

K-Means Clustering

K-means clustering adalah salah satu algoritma clustering dengan metode partisi (*partitioning method*) yang bertujuan untuk mengelompokkan sejumlah n objek ke dalam sejumlah k kluster dengan cara menentukan jarak antara objek dengan titik tengah rata-rata (*nearest mean*) suatu kluster yang paling dekat.

Tabel 1
Penjelasan Variabel Analisis Clustering

Nama Variabel	Definisi Operasional	Sumber Data
Persentase Kemiskinan	Persentase jumlah penduduk miskin dengan rata-rata pengeluaran perkapita untuk pemenuhan kebutuhan dasar perbulan di bawah garis kemiskinan dibandingkan dengan total jumlah penduduk menurut provinsi.	Badan Pusat Statistik (BPS)
Air Minum Layak	Persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap air minum yang bersumber dari sumur bor/pompa, leding, sumur terlindung, mata air terlindung dan berada minimal 10 meter di luar jangkauan Tempat Pembuangan Limbah. Termasuk juga air hujan; tidak termasuk air kemasan, air dari penjual keliling, air yang dijual melalui tanki, air sumur dan mata air tidak terlindung.	Badan Pusat Statistik (BPS)
Sanitasi Layak	Persentase rumah tangga yang menggunakan layanan sanitasi yang dikelola secara aman, termasuk fasilitas cuci tangan dengan air dan sabun.	Badan Pusat Statistik (BPS)
Indeks Kualitas Air	Indeks untuk menilai tingkatan kualitas air dari suatu perairan berdasarkan sembilan parameter yang meliputi: BOD, DO, nitrat, total fosfat, temperatur, tingkat kekeruhan, <i>total suspended solids</i> , tingkat keasaman, dan Koliform Fekal.	Badan Pusat Statistik (BPS)

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2020

Menurut Primartha (2018) pada algoritma k-means komputer mengelompokkan sendiri objek-objek ke dalam k-buah kluster tanpa mengetahui terlebih dahulu target klusternya. Pada setiap kluster terdapat titik pusat (*centroid*) yang menjadi dasar perhitungan untuk menentukan anggota-anggota dari setiap kluster. Langkah-langkah dalam menjalankan algoritma pengelasteran k-means adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai k atau jumlah kluster.
2. Menentukan nilai *centroid* (titik pusat). Pada saat iterasi awal, nilai *centroid* ditentukan secara acak atau bebas dikarenakan belum adanya data lain atau hasil perhitungan rata-rata.
3. Menghitung jarak antara titik *centroid* dengan titik tiap objek. Dalam menghitung jarak tersebut, salah satu pengukuran yang dapat digunakan adalah *Euclidean Distance* dengan rumus sebagai berikut.

Dengan:

: Jarak *Euclidean*

(x_i, y_i) : koordinat object ke-i

(x_c, y_c) : koordinat *centroid* (titik pusat)

4. Pengelasteran objek, yaitu mengelompokkan objek-objek ke dalam kluster dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan untuk mencari jarak terdekat antara setiap objek dengan *centroid* suatu kluster. Suatu objek menjadi anggota dari suatu kluster, apabila *centroid* kluster tersebut memiliki jarak terdekat dengan objek dibandingkan dengan *centroid-centroid* kluster lainnya.
5. Menentukan nilai *centroid* yang baru dengan nilai *centroid* yang sesungguhnya dan tidak lagi menebak-nebak. Nilai *centroid* dapat dicari menggunakan nilai rata-rata (mean) dari setiap titik dalam suatu kluster menggunakan rumus sebagai berikut.

Dengan:

: *centroid* dari kluster ke-k

: objek ke-q dari kluster ke-k

: jumlah data (sampel) dari cluster ke-k

6. Kembali ke tahap 4, lakukan perulangan proses pencarian mean untuk menemukan *centroid* yang baru secara terus menerus hingga nilai *centroid* yang dihasilkan tetap dan anggota *cluster* tidak berpindah ke cluster lain (Primartha, 2018).

Pemeriksaan Asumsi Multikolinearitas

Asumsi yang perlu diperhatikan dalam melakukan analisis kluster adalah tidak adanya multikolinearitas atau hubungan linier antar variabel-variabel penelitian. Untuk mengetahui terpenuhi atau tidaknya asumsi multikolinearitas, dapat didasarkan pada nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2}$$

Apabila nilai VIF variabel penelitian kurang dari 10, maka tidak terdapat gejala multikolinearitas pada variabel penelitian. Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa keempat variabel memiliki nilai VIF kurang dari 10. Maka, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinearitas antar variabel yang digunakan dalam penelitian sehingga dapat dilakukan analisis kluster.

Tabel 2
Hasil Uji Multikolinearitas

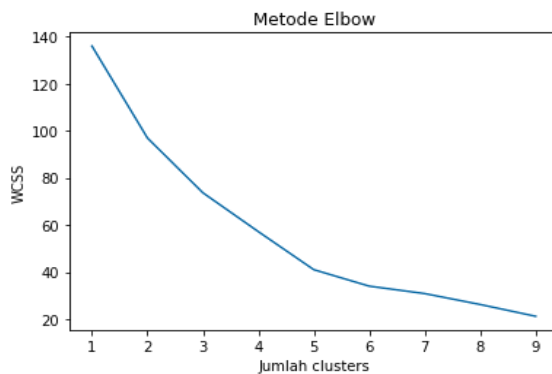
Variabel	VIF
Persentase kemiskinan	1.624141
Air minum layak	1.518357
Sanitasi layak	2.129846
IKA	1.117118

Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

Menentukan Jumlah Kluster

Metode elbow adalah salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan nilai k atau jumlah cluster terbaik. Dalam metode elbow, jumlah cluster (K) akan divariasikan dari 1 – 10. Untuk setiap nilai K, akan dihitung nilai WCSS (*Within-Cluster Sum of Square*) yang merupakan jumlah kuadrat jarak (*sum of the squared distance*) antara setiap titik dengan *centroid*-nya dalam sebuah cluster. Nilai WCSS terbesar terjadi ketika K = 1 dan semakin berkurang seiring bertambahnya jumlah cluster. Dalam menganalisis grafik, yang perlu diperhatikan adalah letak titik pada saat grafik mulai berubah dengan cepat ke arah yang sejajar dengan sumbu X seiring bertambahnya jumlah K, dan dengan demikian menciptakan bentuk siku (*elbow*). Nilai K yang sesuai dengan titik inilah yang menjadi jumlah kluster (K) yang optimal.

Gambar 1
Grafik WCSS dan K Metode Elbow



Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

Terlihat pada gambar 1, pada saat grafik mencapai $K = 5$, bentuk grafik seketika berubah ke arah yang semakin sejajar dengan sumbu X dan membentuk *elbow* atau siku. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa jumlah kluster yang optimal untuk digunakan dalam melakukan analisis k-means clustering dengan variabel-variabel dalam penelitian ini adalah sebanyak 5 kluster.

Visualisasi Hasil Kluster K-Means dengan Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk menyederhanakan suatu data secara linier dan membentuk suatu koordinat baru sehingga memungkinkan untuk mereduksi jumlah dimensi data tersebut tanpa mengurangi karakteristik dan informasi yang terkandung di dalamnya secara signifikan. Penggunaan PCA dalam penelitian ini bertujuan agar memungkinkan dilakukannya visualisasi

terhadap hasil *clustering* dalam bentuk grafik dua dimensi meskipun menggunakan sebanyak empat variabel.

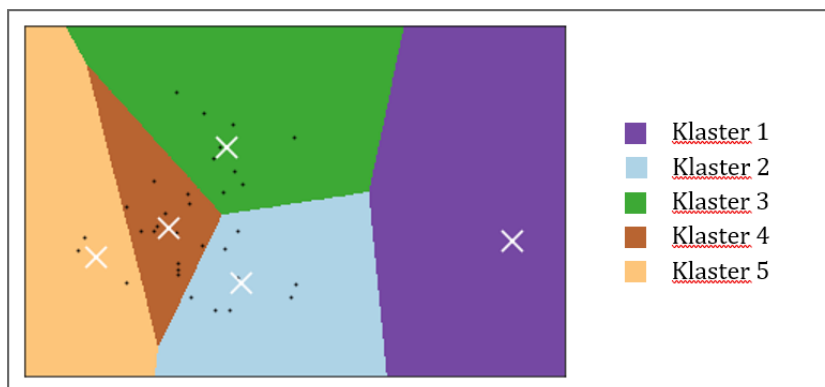
Gambar 2 merupakan visualisasi dari PCA reduksi dua dimensi yang menampilkan hasil k-means *clustering* yang diproses menggunakan python. Hasil pengelompokan membagi 34 provinsi di Indonesia menjadi lima kluster dengan *centroid* setiap kluster ditandai dengan simbol X.

Hasil

Capaian Indikator Kesehatan Lingkungan Berdasarkan Urutan Prioritas Kluster

Hasil pengelompokan provinsi-provinsi di Indonesia berdasarkan variabel penelitian menghasilkan lima kelompok yang berbeda. Dalam penelitian ini, interpretasi terhadap hasil pengelasteran dengan metode k-means dilakukan dengan menghitung rata-rata capaian semua provinsi yang menjadi anggota suatu kluster pada setiap variabel. Kemudian, perhitungan rata-rata capaian tersebut dijadikan sebagai nilai yang mewakili capaian suatu kluster untuk dibandingkan dengan capaian kluster lainnya. Selanjutnya, peringkat capaian masing-masing kluster untuk setiap variabel digunakan untuk menghitung total skor sehingga dapat dilakukan pemeringkatan prioritas terhadap lima kluster tersebut berdasarkan capaian semua variabel secara keseluruhan. Total skor dihitung dengan menjumlahkan skor pada setiap variabel berdasarkan karakteristik suatu kluster, jika pada suatu variabel karakteristik capaiannya sangat tinggi/sangat buruk maka kluster tersebut memperoleh skor sebanyak 1, rendah/buruk memperoleh skor sebanyak 2,

Gambar 2
Visualisasi Kluster dan Centroid K-Means dengan PCA



Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

sedang memperoleh skor sebanyak 3, rendah/baik memperoleh skor sebanyak 4, dan sangat rendah/sangat baik memperoleh skor sebanyak 5.

Dari hasil penjumlahan skor semua variabel, diketahui bahwa klaster satu hingga klaster lima secara berurutan menunjukkan pemeringkatan kelompok provinsi dari yang memiliki skor terendah atau dengan kondisi kesehatan lingkungan terburuk dan perlu mendapat perhatian khusus, hingga kelompok provinsi dengan kondisi kesehatan lingkungan terbaik. Interpretasi hasil pengklasteran secara rinci ditunjukkan dalam tabel 3.

Klaster satu yang beranggotakan Provinsi Papua memiliki capaian yang sangat rendah pada tiga dari empat variabel penelitian, bahkan jauh di bawah capaian empat klaster lainnya. Beberapa karakteristik dari klaster satu di antaranya memiliki persentase masyarakat miskin yang sangat tinggi, persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum layak dan sanitasi layak yang sangat rendah, dan capaian IKA yang sedang atau menduduki peringkat tiga dari lima klaster. Dengan karakteristik yang dimiliki klaster satu pada semua variabel, maka secara keseluruhan Provinsi Papua menjadi daerah prioritas pertama di Indonesia yang perlu

mendapatkan perhatian khusus, terutama dalam hal peningkatan akses terhadap air minum layak, sanitasi layak dan penuntasan kemiskinan.

Klaster dua terdiri atas delapan provinsi dengan karakteristik memiliki persentase masyarakat miskin yang sedang atau berada di peringkat tiga dari lima klaster, memiliki akses air minum layak yang buruk, akses sanitasi layak yang sedang, dan IKA yang buruk. Berdasarkan kombinasi karakteristik capaian empat variabel penelitian tersebut, klaster dua menduduki peringkat prioritas kedua, namun secara khusus pada variabel akses sanitasi layak menduduki peringkat prioritas ketiga karena memiliki rata-rata capaian yang sedikit lebih baik dan tingkat kemiskinan setengah kali lebih rendah dibandingkan klaster tiga. Sementara di bidang air minum, klaster dua menduduki peringkat prioritas kedua berdasarkan capaian air minum layak dan IKA yang buruk.

Klaster tiga terdiri atas tujuh provinsi dengan kemiripan karakteristik yaitu memiliki capaian yang buruk pada indikator kemiskinan dan akses sanitasi layak, dan capaian yang baik pada indikator akses air minum layak dan IKA. Berdasarkan skor keseluruhan, tujuh provinsi tersebut menduduki peringkat prioritas ketiga. Meskipun demikian, pada variabel akses sanitasi

Tabel 3
Rata-rata Setiap Variabel Berdasarkan Hasil Pengelompokan Provinsi

Klaster	Provinsi	Kemiskinan (%)	Sanitasi Layak (%)	Air Minum Layak (%)	IKA	Total skor
1	Papua	26,80% (Sangat Tinggi)	40,31% (Sangat Buruk)	62,73% (Sangat Buruk)	55,00% (Sedang)	5 (Prioritas I)
2	Jambi, Lampung, Sumatera Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Sulawesi Barat, Bengkulu	8,93% (Rendah)	76,15% (Sedang)	74,57% (Buruk)	53,34% (Buruk)	10 (Prioritas II)
3	Sumatera Selatan, Aceh, Sulawesi Tengah, Gorontalo, Maluku, Nusa Tenggara Timur, Papua Barat	16,85% (Tinggi)	75,39% (Buruk)	86,04% (Baik)	58,07% (Baik)	12 (Prioritas III)
4	DKI Jakarta, Jawa Tengah, Kepulauan Riau, Sulawesi Selatan, DI Yogyakarta, Riau, Jawa Timur, Banten, Sulawesi Utara, Kalimantan Utara, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Tenggara, Sumatera Utara, Jawa Barat, Maluku Utara	9,02% (Rendah)	83,98% (Baik)	92,29% (Sangat Baik)	50,52% (Sangat Buruk)	14 (Prioritas IV)
5	Bangka Belitung, Bali, Kalimantan Timur	5,33% (Sangat Rendah)	92,25% (Sangat Baik)	85,98% (Sedang)	63,32% (Sangat Baik)	18 (Prioritas V)

Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

layak dan kemiskinan, klaster tiga memiliki capaian yang sedikit lebih rendah di bawah capaian klaster dua sehingga menjadikan klaster tiga sebagai daerah prioritas kedua secara khusus di bidang sanitasi. Sementara pada variabel akses air minum layak dan IKA, meskipun tidak seburuk kondisi klaster satu dan dua, namun tentunya masih terdapat banyak ruang untuk dilakukan peningkatan. Sebab capaian akses air minum klaster ketiga dengan rata-rata sebesar 86.04 persen sebenarnya masih berada cukup jauh di bawah target akses air minum layak nasional Indonesia dalam RPJMN tahun 2020-2024, yaitu sebesar 100%. Selain itu, terdapat beberapa daerah di dalamnya yang belum mencapai target IKA nasional.

Klaster empat terdiri dari lima belas provinsi dengan kemiripan karakteristik, yaitu memiliki persentase masyarakat miskin yang rendah, capaian akses air minum layak yang sangat baik, capaian akses sanitasi layak yang baik, namun sayangnya memiliki IKA yang sangat buruk. Berdasarkan skor keseluruhan, klaster empat menduduki peringkat prioritas keempat. Capaian indikator kemiskinan, akses air minum layak dan sanitasi layak klaster empat sudah berada pada tingkat yang aman dan apabila kinerja program-program air minum dan sanitasi yang sudah berjalan dapat dipertahankan, maka bukan tidak mungkin dapat mencapai target akses sanitasi sebesar 90% dan air minum layak sebesar 100% pada tahun 2024. Akan tetapi, aspek yang perlu mendapat perhatian khusus ialah terkait perbaikan kualitas air dikarenakan rata-rata IKA yang sangat rendah.

Daerah-daerah pada klaster empat memiliki IKA yang sangat buruk namun memiliki capaian akses air minum layak yang baik. Hal tersebut karena daerah-daerah tersebut memiliki tingkat kemiskinan yang sangat rendah sehingga sebagian besar penduduknya telah mampu memenuhi kebutuhan air minum layak dengan membayar layanan air bersihnya sendiri, sehingga arah kebijakan dan program yang perlu diprioritaskan untuk daerah-daerah tersebut harus lebih menekankan pada upaya perbaikan kualitas lingkungan dan air di antaranya melalui peningkatan program pelestarian lingkungan, upaya pembangunan berkelanjutan melalui sistem manajemen air terpadu (IWRM), pemulihan ekosistem air, dan peningkatan partisipasi masyarakat dalam menjaga ekosistem air.

Terakhir, klaster lima yang terdiri atas tiga provinsi memiliki kemiripan karakteristik, yaitu persentase masyarakat miskinnya sangat rendah, akses terhadap sanitasi layak sudah sangat baik, indeks kualitas air yang sangat baik, dan akses terhadap air minum layak yang sedang. Berdasarkan skor keseluruhan, klaster lima menduduki urutan prioritas kelima atau dapat disebut juga sebagai daerah nonprioritas. Akan tetapi, kinerja capaian ketiga provinsi tersebut tentunya perlu dipertahankan untuk mewujudkan target indikator kesehatan lingkungan yang dimandatkan dalam SDGs keenam dan target capaian air minum dan sanitasi nasional pada tahun 2024.

Tentunya, pemeringkatan prioritas kelompok provinsi berdasarkan hasil analisis klaster k-means di atas, tidak serta merta harus diterjemahkan secara harfiah atau ketika suatu provinsi tidak termasuk ke dalam prioritas utama, maka artinya daerah tersebut tidak perlu melakukan pembangunan atau berhenti memerlukan perhatian di bidang air minum dan sanitasi. Penggambaran tersebut dimaksudkan untuk memberi ilustrasi lebih rinci tentang kondisi air minum dan sanitasi provinsi-provinsi Indonesia yang tidak terbatas pada skala nasional. Hasil pengklasteran tersebut dapat menjadi masukan dalam penyusunan kebijakan dan program dalam rangka percepatan pencapaian target keenam SDGs dan target nasional di bidang air minum dan sanitasi.

Evaluasi Alokasi DAK Fisik Air Minum dan Sanitasi Tahun 2020

Instrumen kebijakan desentralisasi fiskal yang secara langsung dapat memengaruhi kualitas belanja daerah adalah DAK. Hal tersebut dikarenakan DAK memiliki sifat *specific grant* yang berarti dialokasikan kepada daerah tertentu untuk membiayai kebutuhan khusus dengan memperhatikan ketersediaan dana dalam APBN. Tujuan dari DAK fisik adalah membantu daerah tertentu untuk mendanai kebutuhan sarana dan prasarana pelayanan dasar masyarakat dan untuk mendorong percepatan pembangunan daerah dan pencapaian sasaran prioritas nasional (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022).

Sejak tahun anggaran 2016, pemerintah mulai mengalokasikan DAK Fisik berbasis proposal yang disusun oleh pemerintah daerah menyesuaikan prioritas pembangunan. Hal

tersebut memungkinkan pemerintah untuk dapat mengetahui kondisi dan kebutuhan dari masing-masing daerah sehingga dapat memfokuskan pengalokasian DAK bagi daerah-daerah tertinggal atau prioritas. Jika alokasi DAK berbasis proposal ini diterapkan sesuai prosedur operasi bakunya atau dengan memprioritaskan daerah-daerah yang infrastrukturnya masih kurang memadai, maka dapat menjadi solusi yang ideal dalam mengatasi ketimpangan pembangunan yang terjadi antar daerah (Juanda & Handra, 2017).

Namun, dengan banyaknya jumlah daerah di Indonesia dan porsi DAK Fisik yang terbatas, menjadi tantangan yang sulit untuk menentukan daerah mana yang lebih berhak menerima alokasi dan perlu diprioritaskan. Terlebih dalam kaitannya di bidang air minum dan sanitasi, biaya yang dibutuhkan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan tidaklah murah. Oleh karenanya,

pada penelitian ini dilakukan analisa deskriptif statistik untuk membandingkan karakteristik pengalokasian DAK Fisik Air Minum dan Sanitasi 2020 menurut klaster dan urutan prioritas yang telah ditentukan untuk menilai seberapa baik kinerja DAK Fisik dalam hal pendanaan di bidang air minum dan sanitasi pada daerah-daerah prioritas.

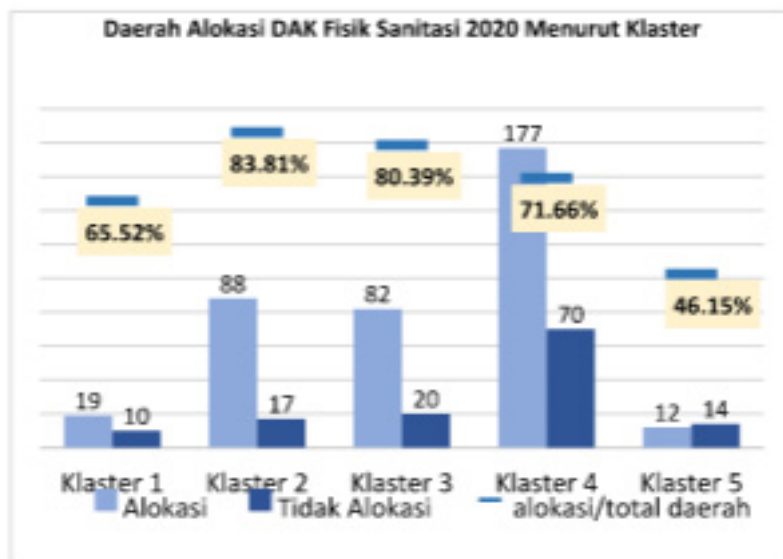
Pada klaster satu beranggotakan Provinsi Papua yang menduduki peringkat prioritas pertama di bidang sanitasi, hanya sebanyak 19 dari 29 Kabupaten atau sebesar 65% daerah di Provinsi tersebut yang memperoleh alokasi DAK Fisik Sanitasi pada tahun 2020, sementara 10 kabupaten sisanya tidak mendapatkan alokasi. Padahal, persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak di Provinsi Papua memiliki capaian yang sangat rendah sebesar 40,31 persen dan juga tingkat kemiskinan

Tabel 4
Perbandingan Deskriptif Statistik Alokasi DAK Fisik Sanitasi Tahun 2020

Keterangan	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4	Klaster 5
Min :	300,000,000	190,700,000	400,000,000	400,000,000	661,000,000
Maks :	10,349,838,000	23,583,044,000	17,321,009,000	24,144,274,000	4,777,500,000
Rata-rata :	4,507,068,947	5,248,134,534	4,979,144,073	4,798,219,780	2,384,072,167
Std. Deviasi :	3,075,774,545	1,104,102,325	1,191,199,500	1,917,248,310	469,484,139
Rata-rata alokasi perkapita:	42,497	21,073	16,134	11,560	3,697

Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

Gambar 3
Perbandingan Jumlah Daerah yang Menerima dan Tidak Menerima Alokasi DAK Fisik Sanitasi Tahun 2020 Menurut Klaster



Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

yang sangat tinggi, bahkan merupakan yang tertinggi di Indonesia dengan satu dari empat penduduknya termasuk sebagai penduduk miskin. Hal tersebut merupakan indikasi bahwa sangat penting dilakukannya pemrioritasan peningkatan akses sanitasi layak pada daerah-daerah di Provinsi Papua, salah satunya melalui alokasi DAK Fisik Bidang Sanitasi.

Pada klaster dua hingga klaster lima, terjadi tren penurunan persentase antara daerah penerima alokasi DAK Fisik Sanitasi tahun 2020 dengan jumlah seluruh daerah pada klaster tersebut. Namun dengan sedikit catatan, pada klaster tiga yang menduduki peringkat prioritas kedua di bidang sanitasi dan kemiskinan, persentase jumlah daerah penerima alokasi lebih sedikit dibandingkan klaster dua dengan capaian akses sanitasi layak dan kemiskinan lebih baik di atas klaster tiga. Akan tetapi, perbedaan persentase tersebut masih berada pada nilai yang wajar, yaitu kurang dari 4 persen.

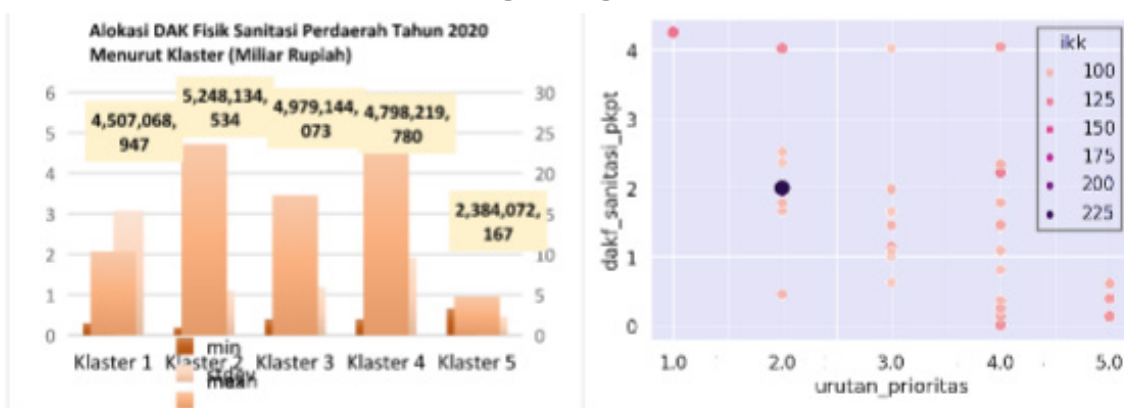
Sementara pada klaster empat dan lima, jumlah daerah penerima alokasi DAK Fisik Sanitasi dibandingkan jumlah seluruh daerah jauh lebih sedikit. Bahkan, pada klaster lima yang merupakan kelompok daerah prioritas terakhir, kurang dari 50% daerah pada klaster tersebut yang menerima alokasi DAK Fisik Sanitasi pada tahun 2020. Hal tersebut menunjukkan bahwa alokasi DAK Fisik Sanitasi sudah menyesuaikan urutan prioritas pada klaster empat dan lima.

Berdasarkan grafik di bawah, klaster prioritas pertama atau kabupaten-kabupaten di Provinsi Papua secara rata-rata mendapatkan porsi alokasi DAK Fisik sanitasi lebih kecil dibandingkan daerah-daerah pada klaster

prioritas kedua, ketiga dan keempat dengan standar deviasi lebih besar dibandingkan klaster-klaster lainnya. Dalam statistika, standar deviasi adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur jumlah variasi atau sebaran sejumlah nilai data. Semakin rendah standar deviasi, maka semakin mendekati rata-rata, sedangkan standar deviasi yang semakin tinggi menunjukkan semakin lebarnya rentang variasi data. Berdasarkan pengertian tersebut, rentang distribusi besaran alokasi DAK Fisik untuk daerah-daerah di Provinsi Papua lebih melebar atau dalam arti lain, porsi alokasi pada daerah-daerah tersebut memiliki nilai yang lebih variatif. Dari segi alokasi perkapita, provinsi Papua memperoleh alokasi DAK Fisik sanitasi tertinggi di antara provinsi-provinsi lainnya dengan besaran alokasi sebesar Rp42,497 perkapita. Hal tersebut tidak mengherankan mengingat Indeks Kualitas Konstruksi (IKK) di Provinsi Papua juga merupakan salah satu yang tertinggi di Indonesia sehingga membutuhkan biaya yang mahal untuk melaksanakan pembangunan di daerah tersebut.

Pada klaster prioritas kedua dan ketiga, rata-rata porsi alokasi DAK Fisik Sanitasi perdaerah tidak jauh berbeda, yaitu pada kisaran Rp5 miliar rupiah perdaerah. Hal tersebut sesuai dengan karakteristik klaster dua dan tiga yang secara rata-rata memiliki capaian akses sanitasi layak tidak jauh berbeda, dengan selisih sebesar 0.76 persen di mana klaster dua memiliki capaian sanitasi sedikit lebih baik dibandingkan klaster tiga, yang cukup tepat mempertimbangkan IKK pada provinsi-provinsi di klaster dua secara umum lebih

Gambar 4
Alokasi DAK Fisik Sanitasi Perdaerah dan Alokasi Perkapita (puluh ribu rupiah) Menurut Provinsi Pada Masing-masing Klaster Tahun 2020



Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

besar dibandingkan klaster tiga. Perbedaan karakteristik pengalokasian antara kedua klaster tersebut juga terlihat pada nilai minimum dan maksimum alokasi perdaerah, di mana pada klaster dua porsi alokasi minimum memiliki nilai yang lebih kecil dan nilai maksimum yang lebih besar dibandingkan klaster tiga. Artinya, pada klaster dua terdapat daerah yang mendapatkan alokasi sangat besar, namun ada pula daerah dengan alokasi jauh lebih kecil. Hal yang hampir serupa terlihat pada grafik alokasi perkapita, di mana sebagian besar provinsi pada klaster dua memperoleh alokasi perkapita yang lebih besar dari klaster tiga. Secara garis besar kinerja alokasi DAK Fisik tahun 2020 pada klaster dua dan tiga sudah terbilang cukup optimal dalam menyesuaikan karakteristik tingkat kemiskinan dan akses sanitasi layak yang dimiliki oleh masing-masing klaster.

Pada klaster empat terdapat perbedaan mencolok antara nilai maksimum dan nilai

minimum besaran rata-rata alokasi perdaerah dan alokasi perkapita menurut provinsi, serta didukung dengan nilai standar deviasi yang tinggi. Hal tersebut disebabkan adanya provinsi yang memperoleh rata-rata alokasi perdaerah dan alokasi perkapita jauh lebih besar dibandingkan pada provinsi lain dalam klaster yang sama. Contohnya seperti Provinsi Jawa Tengah yang secara rata-rata mendapatkan alokasi Rp128 miliar perdaerah, namun terdapat Provinsi Banten yang memiliki rata-rata alokasi perdaerah hanya sebesar Rp14 miliar. Padahal, kedua provinsi tersebut memiliki karakteristik capaian sanitasi yang mirip dan berada dalam klaster prioritas yang sama berdasarkan hasil pengelompokan k-means yang telah dilakukan.

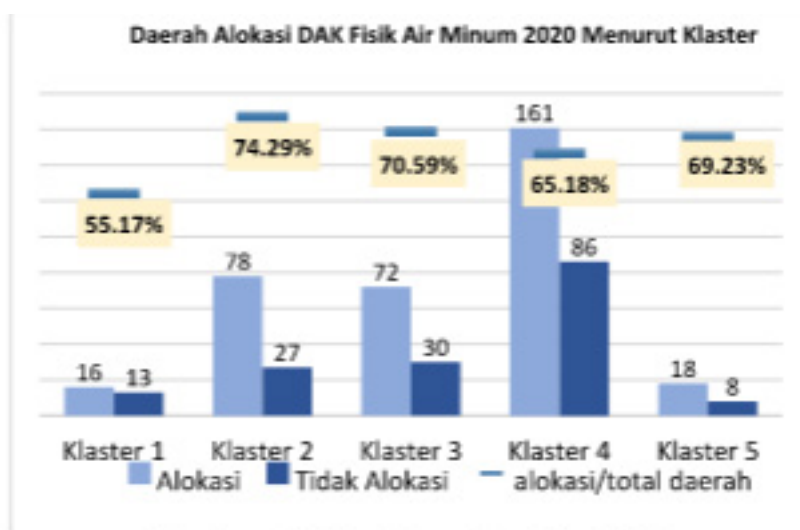
Di sisi lain, daerah-daerah pada klaster empat secara rata-rata mendapatkan nominal alokasi dan besaran alokasi perkapita DAK Fisik Sanitasi yang lebih kecil dibandingkan klaster dua dan tiga. Hal yang sama terjadi pada klaster

Tabel 5
Perbandingan Deskriptif Statistik Alokasi DAK Fisik Air Minum Tahun 2020

Keterangan	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4	Klaster 5
Min :	1,119,997,000	320,727,000	134,305,000	263,317,000	769,807,000
Maks :	12,299,026,000	14,187,099,000	15,781,066,000	34,865,541,000	2,619,342,000
Rata-rata :	5,937,407,625	4,475,381,093	4,998,230,715	4,574,837,312	3,003,605,986
Std. Deviasi :	3,253,324,232	726,679,911	1,268,412,299	2,127,248,725	554,063,985
Rata-rata alokasi perkapita:	31,389	16,481	12,796	7,167	8,393

Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

Gambar 5
Perbandingan Jumlah Daerah yang Menerima dan Tidak Menerima Alokasi DAK Fisik Air Minum Tahun 2020 Menurut Klaster



Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

lima, yang secara rata-rata juga mendapatkan alokasi perdaerah lebih kecil dibandingkan alokasi pada empat klaster urutan prioritas di atasnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa alokasi DAK Fisik bidang sanitasi pada dua klaster prioritas terbawah sudah cukup optimal dalam menyesuaikan urutan prioritas masing-masing klaster.

Kondisi hampir serupa pada klaster pertama terjadi di bidang air minum, di mana hanya sebanyak 16 dari 29 Kabupaten atau sebesar 55 persen daerah dari seluruh daerah yang ada di Provinsi Papua mendapatkan alokasi DAK Fisik Air Minum pada tahun 2020. Padahal, persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum layak di Provinsi Papua memiliki capaian yang sangat rendah sebesar 62,73 persen, jauh di bawah rata-rata capaian empat klaster lainnya. Hal tersebut merupakan indikasi bahwa sangat penting dilakukannya pemrioritasan program peningkatan akses air minum layak dan perbaikan indikator kesehatan lingkungan pada daerah-daerah di Provinsi Papua, salah satunya melalui DAK Fisik Air Minum.

Klaster dua, lima, tiga dan empat secara berurutan memiliki peringkat prioritas dari yang tertinggi hingga terendah berdasarkan capaian akses air minum layak. Pada grafik, terjadi tren penurunan persentase antara daerah yang mendapatkan alokasi DAK Fisik Air Minum pada tahun 2020 dengan jumlah seluruh daerah sesuai dengan urutan prioritas dari empat klaster tersebut. Klaster tiga dan lima yang memiliki rata-rata capaian di bidang akses air minum layak yang tidak jauh berbeda

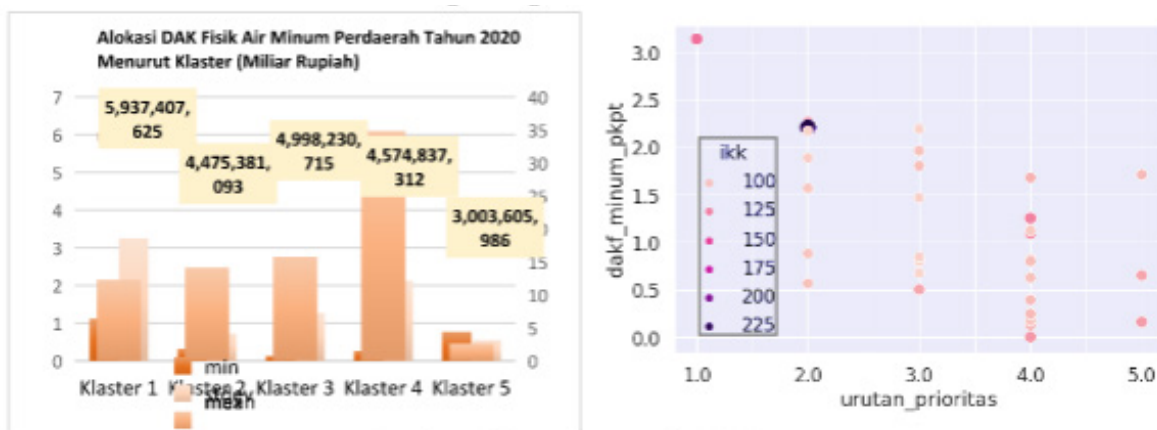
dengan selisih kurang dari 1 persen, memiliki persentase daerah alokasi DAK Fisik Air Minum dari jumlah daerah keseluruhan yang tidak jauh berbeda pula, yakni sebesar 1 persen.

Berdasarkan grafik tersebut, diketahui bahwa pada klaster urutan prioritas kedua hingga kelima, presentase jumlah daerah penerima alokasi DAK Fisik Air Minum dibandingkan jumlah seluruh daerah pada masing-masing klaster semakin menurun. Artinya, DAK Fisik Air Minum tahun 2020 menunjukkan kinerja yang baik dalam menyesuaikan urutan prioritas daerah, khususnya dalam hal peningkatan akses air minum layak pada klaster dua, tiga, empat, dan lima.

Dari sisi besaran rata-rata alokasi anggaran, klaster prioritas pertama mendapatkan nominal alokasi dan alokasi perkapita DAK Fisik Bidang Air Minum yang paling besar dibandingkan daerah-daerah pada klaster-klaster lainnya, yakni sebesar Rp5,94 miliar dan Rp31,389 perkapita. Sedangkan pada klaster dua yang mencakup daerah-daerah prioritas kedua di bidang air minum, memiliki rata-rata alokasi perdaerah lebih kecil dibandingkan pada dua klaster urutan prioritas di bawahnya, akan tetapi dari segi rata-rata alokasi perkapita menduduki peringkat kedua terbesar dari lima klaster yang ada, dengan nilai Rp16,481 perkapita.

Kemudian pada klaster tiga, empat, dan lima terdapat tren penurunan dari segi rata-rata nominal alokasi perdaerah dan alokasi perkapita menyesuaikan urutan peringkat prioritas klaster. Dengan demikian, alokasi DAK Fisik Air Minum pada tahun 2020 sudah menunjukkan

Gambar 6
Alokasi DAK Fisik Air Minum Perdaerah dan Alokasi Perkapita (puluh ribu rupiah) Menurut Provinsi Pada Masing-masing Klaster Tahun 2020

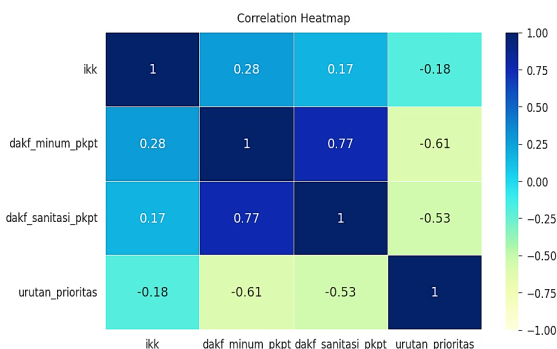


Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

kinerja yang baik dalam mendanai daerah-daerah sesuai urutan prioritasnya bidang air minum. Di sisi lain, berdasarkan selisih antara nilai maksimum dan minimum alokasi perdaerah pada setiap klaster, diketahui bahwa pada klaster empat memiliki selisih yang paling besar. Hal tersebut menandakan bahwa terdapat daerah dengan porsi alokasi yang sangat besar jumlahnya, namun terdapat pula daerah dengan jumlah alokasi yang jauh lebih kecil pada klaster yang sama.

Berdasarkan perbandingan deskriptif statistik di atas, dapat disimpulkan bahwa alokasi DAK Fisik Air Minum menunjukkan kinerja yang baik dalam pendanaan daerah-daerah sesuai urutan prioritasnya di bidang air minum pada klaster prioritas pertama, ketiga, keempat, dan kelima. Namun pada klaster peringkat prioritas kedua, porsi alokasi yang diperoleh perdaerah masih cukup rendah dibandingkan pada daerah-daerah anggota klaster prioritas dibawahnya sehingga menunjukkan bahwa alokasi DAK Fisik Air Minum belum optimal pada klaster dua.

Gambar 7. Heatmap Correlation



Sumber: Olahan Data Penulis, 2022

Dilihat dari hubungan korelasi antara IKK dengan alokasi DAK Fisik air minum dan sanitasi perkapita, diketahui bahwa IKK tidak menjadi aspek yang begitu mempengaruhi keputusan pemerintah dalam menetapkan besaran alokasi DAK Fisik perkapita di bidang air minum dan sanitasi pada suatu provinsi, ditunjukkan dari nilai korelasi yang rendah sebesar 0.28 dan 0.17 saja. Sementara itu, ditemukan adanya korelasi negatif yang cukup kuat antara urutan prioritas klaster dengan alokasi DAK Fisik perkapita di bidang air minum dan sanitasi, yang secara berurutan memiliki korelasi sebesar -0.61 dan -0.53. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin bawah atau besar urutan suatu klaster,

maka daerah-daerah anggota klaster tersebut cenderung memperoleh alokasi perkapita yang semakin kecil, begitu pula pada kondisi sebaliknya, semakin kecil atau teratas angka urutan klaster maka daerah anggota klaster tersebut kemungkinan memperoleh alokasi perkapita yang lebih besar.

Diskusi

Berdasarkan hasil clustering yang telah dilakukan, dengan membandingkan capaian setiap klaster, diketahui bahwa tinggi rendahnya persentase masyarakat miskin pada setiap klaster provinsi memiliki kecenderungan berbanding terbalik dengan tingkat capaian akses sanitasi layak pada wilayah tersebut. Artinya, provinsi-provinsi dengan persentase masyarakat miskin yang sangat rendah cenderung memiliki capaian akses terhadap sanitasi layak yang sangat baik dan provinsi-provinsi dengan persentase masyarakat miskin yang tinggi cenderung memiliki persentase rumah tangga dengan akses terhadap sanitasi layak yang sangat rendah.

Hal tersebut sejalan dengan temuan oleh UNICEF di mana kelompok masyarakat yang belum memiliki akses terhadap sanitasi dasar dan layak di Indonesia pada umumnya merupakan kelompok masyarakat miskin. Penelitian lain yang dilakukan pada 37 Kecamatan di Kabupaten Padeklang, juga menemukan bahwa peningkatan akses dan layanan terhadap sanitasi layak memiliki kecenderungan dalam mengurangi angka kemiskinan (Wahyuni et al., 2021). Selain itu, terdapat pula studi yang menemukan bahwa variabel air bersih memiliki pengaruh positif terhadap pendapatan rumah tangga sehingga dapat menurunkan tingkat kemiskinan (Putra & Rianto, 2016).

Meskipun menurut hasil pengelompokan pola hubungan yang terjadi antara capaian air bersih dengan tingkat kemiskinan tidak sejelas pola hubungan antara variabel kemiskinan dengan sanitasi. Akan tetapi, sejalan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, maka untuk meningkatkan indikator air dan sanitasi dan mempercepat pencapaian target SDGs keenam, maka kebijakan dan program yang dibuat haruslah mempertimbangkan pula aspek kesejahteraan masyarakat secara simultan. Terlebih, mengingat saat ini kesejahteraan masyarakat di Indonesia masih belum merata, terutama antara wilayah Indonesia bagian Timur dengan wilayah bagian Barat.

Sementara itu, hubungan yang lebih variatif terlihat antara indikator akses air minum layak dan IKA pada masing-masing klaster, di mana terdapat klaster dengan capaian akses air minum dan IKA yang tinggi seperti Provinsi Sulawesi Tengah. Namun, terdapat pula daerah yang memiliki capaian akses air minum layak yang sangat tinggi namun IKA yang sangat rendah. Contohnya pada klaster empat dengan contoh ekstrim seperti di Provinsi DKI Jakarta yang 99 persen penduduknya telah memiliki akses terhadap air minum layak, namun merupakan provinsi dengan IKA terendah kedua di Indonesia. Dengan demikian, tidak terlihat adanya pola hubungan yang jelas antara indikator akses air minum layak dan kualitas air sehingga perlu dibuat kebijakan dan program yang menyesuaikan dengan karakteristik masing-masing kelompok agar kedua aspek tersebut dapat ditingkatkan secara beriringan. Hal tersebut mengingat pentingnya pelestarian dan pengendalian kualitas air seperti yang termuat dalam target SDGs keenam, di mana target yang diinginkan tidak terbatas pada peningkatan akses terhadap air minum layak dan sanitasi semata, namun harus pula disertai dengan pengelolaan dan pengendalian kualitas dan kuantitas air secara berkelanjutan.

Menurut Peraturan Presiden Nomor 88 Tahun 2019 tentang Petunjuk Teknis Dana Alokasi Khusus Fisik Tahun Anggaran 2020, diatur bahwa dalam menentukan daerah penerima alokasi DAK Fisik air minum jenis dana reguler, kriteria yang perlu diprioritaskan adalah daerah-daerah dengan akses lebih rendah dari akses air minum nasional dan memiliki Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) dan/atau Rencana Aksi Daerah Air Minum dan Kesehatan Lingkungan (RAD-AMPL), sedangkan untuk dana reguler di bidang sanitasi prioritasnya adalah pada daerah-daerah yang sudah atau sedang menyusun dokumen Strategi Sanitasi Kabupaten/Kota (SSK). Untuk jenis DAK afirmasi, baik di bidang air minum maupun sanitasi alokasi diprioritaskan kepada daerah-daerah tertinggal, daerah perbatasan, pulau-pulau kecil terluar (PPKT), kawasan transmigrasi, dan seluruh daerah di Provinsi Papua dan Papua Barat. Untuk jenis DAK penugasan, terdapat kriteria tambahan untuk daerah prioritas di bidang air minum yaitu merupakan daerah yang memiliki layanan SPAM, sedangkan untuk DAK sanitasi diprioritaskan

kepada daerah yang memiliki menu kegiatan pembangunan SPALD-T, tangka septik individu dan komunal. Meskipun penelitian ini belum mengikutsertakan semua aspek tersebut secara mendetail, namun hasil dari clustering dan analisa deskriptif penelitian ini dapat memberikan gambaran umum mengenai karakteristik pengalokasian DAK Fisik air minum dan sanitasi tahun 2020 berdasarkan klaster, yang ternyata sudah cukup optimal dalam menyesuaikan urutan prioritas daerah.

Dalam mewakili aspek sosial-ekonomi yang berperan penting dalam mempengaruhi indikator akses air minum dan sanitasi layak, analisis *clustering* dalam penelitian ini hanya menggunakan variabel tingkat kemiskinan. Pada penelitian selanjutnya, faktor-faktor sosial-ekonomi lainnya seperti variabel rumah huni layak, akses terhadap listrik yang memadai, maupun indeks kualitas konstruksi dapat dipertimbangkan sebagai variabel yang digunakan dalam membuat model clustering untuk menyelidiki karakteristik masing-masing daerah. Dengan demikian, dapat dibuat kebijakan dan program yang menyesuaikan karakteristik masing-masing daerah dan dilakukan peningkatan koordinasi pada bidang-bidang terkait dalam rangka mempercepat pencapaian SDGs keenam dan mewujudkan terjadinya pemerataan pembangunan.

Berdasarkan hasil perbandingan deskriptif statistik alokasi DAK Fisik, diketahui bahwa masih terdapat daerah dengan urutan prioritas bawah namun memperoleh alokasi DAK Fisik yang lebih besar dan terdapat daerah urutan prioritas atas yang memperoleh alokasi lebih kecil. Hal tersebut disebabkan adanya pertimbangan aspek kinerja realisasi dana pada periode sebelumnya oleh pemerintah daerah bersangkutan dalam kebijakan alokasi guna mendorong dan memotivasi daerah untuk meningkatkan kualitas realisasi penggunaan dana secara lebih bertanggung jawab. Namun dalam kaitannya dengan tujuan pembangunan yang berorientasi pada pemerataan, perlu dipertimbangkan sudah tepatkah kebijakan tersebut mengingat dapat menyebabkan semakin tingginya ketimpangan antar daerah. Terlebih, kembali pada tujuan awal dari pelaksanaan DAK Fisik yang ditujukan bagi daerah-daerah prioritas yang memerlukan bantuan pendanaan untuk pelaksanaan pembangunan di daerah sesuai dengan prioritas nasional.

Adapun terdapat beberapa keterbatasan dari penelitian ini. Pertama, hanya menggunakan variabel alokasi DAK Fisik di antara beberapa sumber pendanaan lainnya pada sektor air minum dan sanitasi di daerah, seperti dana Hibah maupun dana K/L sehingga tidak dapat dilakukan penyelidikan lebih lanjut mengenai ada tidaknya koordinasi dan sifat saling melengkapi antara tingkat pemerintahan dan lembaga terkait serta pendanaan yang mengikutinya dalam menjalankan program di bidang air minum dan sanitasi sesuai dengan karakteristik masing-masing daerah. Kedua, unit analisis clustering dalam penelitian menggunakan data pada tingkat provinsi, sehingga belum dapat menyajikan informasi secara lebih detail mengenai karakteristik capaian di bidang air minum dan sanitasi pada tingkat kabupaten/kota. Keterbatasan-keterbatasan dari penelitian ini diharapkan dapat dipertimbangkan sebagai acuan dalam menyempurnakan penelitian-penelitian selanjutnya.

Kesimpulan

Hasil pengelompokan *k-means* menggunakan variabel kemiskinan, akses air minum layak, akses sanitasi layak, dan indeks kualitas air membagi provinsi-provinsi di Indonesia menjadi lima klaster. Berdasarkan empat variabel secara keseluruhan, klaster satu hingga klaster lima secara berurutan menunjukkan urutan prioritas dari yang teratas hingga terbawah. Dari hasil perbandingan deskriptif-statistik, diketahui bahwa alokasi DAK Fisik Sanitasi tahun 2020 menunjukkan kinerja yang baik dalam hal pendanaan pada daerah-daerah anggota klaster prioritas kedua, ketiga, keempat, dan kelima yang ditunjukkan dari lebih besarnya rata-rata porsi alokasi perdaerah pada klaster urutan prioritas teratas dan semakin kecilnya porsi alokasi pada klaster-klaster urutan prioritas di bawahnya. Selain itu, persentase jumlah daerah penerima alokasi dibandingkan jumlah seluruh daerah pada masing-masing klaster juga menunjukkan tren penurunan sesuai urutan prioritas klaster. Namun, pengecualian terjadi pada klaster prioritas pertama yang justru memiliki rata-rata porsi alokasi DAK Fisik Sanitasi perdaerah dan jumlah daerah penerima alokasi lebih sedikit dibandingkan tiga klaster urutan prioritas di bawahnya. Sedangkan dari segi rata-rata alokasi perkapita, besaran alokasi yang diperoleh masing-masing klaster

sudah sangat baik dalam menyesuaikan urutan prioritasnya.

Kondisi hampir serupa terjadi di bidang air minum, di mana klaster prioritas pertama secara rata-rata mendapatkan alokasi DAK Fisik perdaerah lebih kecil dibandingkan daerah-daerah pada klaster prioritas kedua, ketiga, dan keempat. Bahkan, berdasarkan persentase jumlah daerah penerima alokasi, klaster pertama memiliki daerah penerima alokasi paling sedikit dibandingkan empat klaster lainnya. Kinerja alokasi DAK Fisik Air Minum yang belum optimal juga terlihat pada klaster dua yang secara rata-rata mendapatkan alokasi lebih kecil dibandingkan dua klaster prioritas di bawahnya. Sementara untuk klaster tiga, empat, dan lima, DAK Fisik Air Minum tahun 2020 sudah menunjukkan kinerja yang baik dalam menyesuaikan urutan prioritas masing-masing klaster di bidang air minum. Kemudian jika dilihat dari segi alokasi perkapita, secara rata-rata besaran alokasi yang diterima setiap klaster sudah sangat sesuai dengan urutan prioritasnya.

Sebagai penutup, provinsi-provinsi di Indonesia sebagaimana yang sudah dikelompokkan mulai dari klaster satu hingga lima, perlu mendapat dukungan dari pemerintah dan masyarakat untuk meningkatkan capaian pada indikator air minum dan sanitasi. Penggunaan *k-means clustering* dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan pemerintah sehingga kebijakan dan program yang dibuat dapat disesuaikan dengan karakteristik dan urutan prioritas setiap klaster, yang kemudian dapat ditindaklanjuti dengan edukasi, sosialisasi dan perencanaan lainnya guna mempercepat pencapaian target di bidang air minum dan sanitasi pada daerah-daerah di Indonesia dalam rangka mencapai SDGs keenam.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2021*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/>
- Booth, A., Purnagunawan, R. M., & Satriawan, E. (2019). Towards a Healthy Indonesia? *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 55(2), pp. 133–155. <https://doi.org/10.1080/00074918.2019.1639509>
- Elysia, V. (2018). Air Dan Sanitasi : Di mana Posisi Indonesia. *Peran Matematika, Sains, Dan Teknologi Dalam Mencapai Tujuan*

- Pembangunan Berkelanjutan/SDGs*, pp. 157–179. <http://repository.ut.ac.id/7467/>
- Garriga, R. G., & Foguet, A. P. (2013). Water, sanitation, hygiene and rural poverty: Issues of sector monitoring and the role of aggregated indicators. *Water Policy*, 15(6), pp. 1018–1045. <https://doi.org/10.2166/wp.2013.037>
- Harjanto, T. D., Vatesia, A., & Faurina, R. (2021). Analisis Penetapan Skala Prioritas Penanganan Balita Stunting Menggunakan Metode DBScan Clustering. *Jurnal Rekursif*, 9(1), pp. 30–42.
- Juanda, B., & Handra, H. (2017). Reformasi Mekanisme Dana Alokasi Khusus (DAK) Untuk Mendorong Pertumbuhan Dan Pemerataan Pembangunan Di Indonesia. *Kolaborasi Masyarakat Dan Pelayanan Untuk Kesejahteraan (KOMPAK)*, 2, 34.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *PPID | Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan | Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2020 Meningkatkan*. <http://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/5835/indeks-kualitas-lingkungan-hidup-indonesia-tahun-2020-meningkat>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). *Kebijakan dak 2022 bidang air minum dan sanitasi*.
- Kılıç, Z. (2020). The importance of water and conscious use of water. In *International Journal of Hydrology* (Vol. 4, Issue 5, pp. 239–241). <https://doi.org/10.15406/ijh.2020.04.00250>
- Kustanto, A. (2020). Water quality in Indonesia: The role of socioeconomic indicators. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 18(1), pp. 47–62. <https://doi.org/10.29259/jep.v18i1.11509>
- Liyana, C. P., & Yamada, K. (2017). Impact of population growth on the water quality of natural water bodies. *Sustainability (Switzerland)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/su9081405>
- Manshur, A. (2020). Reviewing Specific Grant in 2015-2019 Period: Consistency and Quality Matters. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 4(3), pp. 270–285. <https://doi.org/10.36574/jpp.v4i3.122>
- Mayasari, T. R. (2020). Pengelompokan Provinsi Berdasarkan Variabel Kesehatan Lingkungan Dan Pengaruhnya Terhadap Kemiskinan Di Indonesia Tahun 2018. *Jurnal Siger Matematika*, 1(1), pp. 24–30. <https://doi.org/10.23960/jsm.v1i1.2471>
- Prendergast, A. J., & Humphrey, J. H. (2014). The stunting syndrome in developing countries. *Paediatrics and International Child Health*, 34(4), pp. 250–265. <https://doi.org/10.1179/2046905514Y.0000000158>
- Primartha, R. (2018). *Belajar Machine Learning Teori dan Praktik*. Informatika Bandung.
- Putra, H. S., & Rianto, N. (2016). *Pengaruh Akses Air Bersih Terhadap Kemiskinan Di Indonesia : Pengujian Data Rumahtangga*. pp. 65–76.
- Seckler, D., Randolph, B., & Amarasinghe, U. (1999). of Water Resources Development Water Scarcity in the Twenty- first Century. *International Journal of Water Resources Development*, 15(1–2), pp. 29–42.
- Shuang, Q., Liu, H. J., & Porse, E. (2019). Review of the quantitative resilience methods in water distribution networks. *Water (Switzerland)*, 11(6), 1–27. <https://doi.org/10.3390/w11061189>
- Swe, K. T., Rahman, M. M., Rahman, M. S., Teng, Y., Abe, S. K., Hashizume, M., & Shibuya, K. (2021). Impact of poverty reduction on access to water and sanitation in low- and lower-middle-income countries: country-specific Bayesian projections to 2030. *Tropical Medicine and International Health*, 26(7), 760–774. <https://doi.org/10.1111/tmi.13580>
- Tan, P. N., Steinbach, M., Kumar, V., & et al. (2014). Introduction to Data Mining, First Edition. In *Pearson New International Edition* (Issue September).
- UNEP. (2017). *GOAL 6: Clean water and sanitation | UNEP - UN Environment Programme*. <https://www.unep.org/explore-topics/sustainable-development-goals/why-do-sustainable-development-goals-matter/goal-6%0Ahttps://www.unenvironment.org/explore-topics/sustainable-development-goals/why-do-sustainable-development-goals-matter/goal-6>
- UNICEF. (2022). *Indonesia: Nearly 70 per cent of household drinking water sources contaminated by faecal waste*. Unicef. <https://www.unicef.org/indonesia/press-releases/indonesia-nearly-70-cent-household-drinking-water-sources-contaminated-faecal-waste>

- Wahyuni, A. Y., Juanda, B., & Purnamadewi, Y. L. (2021). Analisis Pengaruh Alokasi DAK Masing-Masing Bidang Terhadap Tingkat Kemiskinan di Kabupaten Pandeglang dan Kabupaten Lebak. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 9(1), pp. 1-17. <https://doi.org/10.14710/jwl.9.1.1-17>
- Yesi, D., & Juairiyah, O. (2021). Sebaran tingkat kemiskinan dan tingkat akses air bersih di Sumatera Selatan. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 8(1), pp. 12. <https://doi.org/10.31258/dli.8.1.p.12-16>