

OPTIMASI DISTRIBUSI FASILITAS KESEHATAN DALAM PENURUNAN PREVALENSI STUNTING DI KABUPATEN GUNUNGKIDUL MENGGUNAKAN MODEL *LAGRANGE* *QUADRATIC PROGRAMMING*

Agus Fachrur Rozy¹, Alya Fitri Syalsabilla²

¹Program Studi Sains Data Universitas Telkom

²Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
agus.rozy@yahoo.com

Submitted: 04-03-2026, **Revisions:** 20-04-2026, **Accepted:** 04-05-2026, **Published:** 20-05-2026

ABSTRAK

Stunting merupakan permasalahan gizi kronis yang masih menjadi tantangan serius dalam pembangunan kesehatan di Indonesia, khususnya di Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang ditandai oleh kondisi geografis berbukit dan disparitas akses layanan kesehatan antar kecamatan. Ketimpangan distribusi fasilitas kesehatan serta keterbatasan kapasitas layanan ibu dan anak diduga berkontribusi terhadap masih tingginya prevalensi *stunting* di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan distribusi fasilitas kesehatan guna menurunkan prevalensi *stunting* menggunakan model *Lagrange Quadratic Programming* (LQP). Model ini dirumuskan berdasarkan fungsi umum LQP, yaitu $L = f(x) + \lambda g(x)$, dengan $f(x)$ sebagai fungsi tujuan, λ sebagai pengali *Lagrange*, dan $g(x)$ sebagai fungsi kendala. Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah memaksimalkan alokasi fasilitas kesehatan yang mempertimbangkan bobot keterkaitan antarwilayah serta tingkat prevalensi *stunting*, sedangkan fungsi kendala meliputi batasan kestabilan minimum prevalensi *stunting* dan normalisasi bobot alokasi agar tetap proporsional. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2026 dengan memanfaatkan data sekunder tahun 2023 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunungkidul. Variabel yang dianalisis meliputi jumlah rumah sakit, rumah sakit bersalin, poliklinik, puskesmas, puskesmas pembantu, apotek, serta prevalensi *stunting* pada seluruh kecamatan. Model dirumuskan dalam bentuk fungsi tujuan kuadratik yang meminimalkan prevalensi *stunting* dengan mempertimbangkan kendala proporsi total alokasi, batas minimum prevalensi, serta kendala non-negativitas, dan diselesaikan menggunakan metode *Karush-Kuhn-Tucker* (KKT) untuk memperoleh bobot optimal. Hasil optimasi menunjukkan bahwa peningkatan alokasi rumah sakit sebesar 8%, rumah sakit bersalin 57%, dan puskesmas 16% mampu menurunkan prevalensi *stunting* dari 13,71% menjadi 11,52%. Fasilitas yang berfokus pada layanan rujukan dan kesehatan ibu-anak memiliki kontribusi terbesar terhadap fungsi minimisasi, sedangkan poliklinik, puskesmas pembantu, dan apotek berperan sebagai pendukung akses layanan dasar. Pendekatan LQP menghasilkan distribusi fasilitas kesehatan efisien, terukur, berbasis kendala dibanding deskriptif. Rekomendasi bersifat simulatif, bukan evaluasi empiris. Prioritas penguatan rujukan dan layanan maternal untuk penurunan *stunting* berkelanjutan tepat sasaran.

Kata kunci: Fasilitas kesehatan, Prevalensi *stunting*, *Lagrange Quadratic Programming*

ABSTRACT

Stunting remains a major chronic nutritional challenge in Indonesia, particularly in Gunungkidul Regency, where hilly geography and unequal healthcare access across districts exacerbate the issue. Disparities in the distribution of healthcare facilities and limited maternal and child health service capacity are key factors contributing to the persistently high prevalence of stunting. This study aims to optimize the distribution of healthcare facilities to reduce stunting prevalence using the Lagrange Quadratic Programming (LQP) model. The model is based on the general form $L = f(x) + \lambda g(x)$, where $f(x)$ represents the objective function, λ the Lagrange multiplier, and $g(x)$ the constraint function. The objective function maximizes healthcare facility allocation by incorporating interregional connectivity weights and stunting prevalence levels, while constraints ensure minimum stability of prevalence and proportional allocation normalization. Conducted in 2026 using 2023 secondary data from the Central Bureau of Statistics, this study analyzes variables including hospitals, maternity hospitals, polyclinics, community health centers, auxiliary health centers, pharmacies, and district-level stunting prevalence. The quadratic objective function minimizes stunting prevalence under constraints of total allocation proportion, minimum prevalence thresholds, and non-negativity, solved using the Karush-Kuhn-Tucker (KKT) method to obtain optimal allocation weights. Results show that increasing hospital allocation by 8%, maternity hospitals by 57%, and puskesmas by 16% reduces stunting prevalence from 13.71% to 11.52%. Referral and maternal-child health services contribute most significantly, while other facilities support basic access. Overall, LQP provides a more efficient, measurable, and constraint-based approach, with simulation-based recommendations prioritizing referral and maternal services for sustainable stunting reduction.

Keywords: *Healthcare facilities, Stunting prevalence, Lagrange Quadratic Programming*

PENDAHULUAN

Stunting merupakan salah satu permasalahan gizi kronis yang masih menjadi perhatian utama dalam sektor kesehatan di Indonesia (Setiyawati, et al., 2024). Kondisi ini ditandai dengan pertumbuhan tinggi badan anak yang lebih rendah dari standar usianya akibat kekurangan gizi dalam jangka waktu yang lama. *Stunting* tidak hanya berdampak pada pertumbuhan fisik, tetapi juga mempengaruhi perkembangan kognitif dan kesehatan jangka panjang, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap rendahnya kualitas sumber daya manusia (Rumlah, 2022). Kabupaten Gunungkidul, yang terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta, termasuk dalam wilayah dengan angka prevalensi *stunting* yang cukup tinggi (Saputri, et al., 2022). Tantangan geografis dan terbatasnya akses terhadap fasilitas kesehatan menjadi salah satu faktor utama yang memperburuk permasalahan ini.

Menurut berbagai studi, faktor penyebab *stunting* sangat kompleks dan melibatkan aspek multidimensional, seperti pola asuh, tingkat ekonomi keluarga, akses terhadap layanan kesehatan, ketersediaan air bersih, serta sanitasi lingkungan (Nirmalasari, 2020). Salah satu faktor yang memiliki pengaruh signifikan dalam upaya penurunan prevalensi *stunting* adalah distribusi fasilitas kesehatan (Nurmandhani, et al., 2023). Fasilitas kesehatan yang tersebar secara tidak merata menyebabkan keterbatasan akses bagi masyarakat di daerah terpencil untuk mendapatkan pelayanan kesehatan yang optimal (Hardinata, et al., 2023). Hal ini menyebabkan keterlambatan dalam pemantauan status gizi anak, kurangnya intervensi medis yang tepat waktu, serta minimnya edukasi gizi bagi ibu hamil dan ibu menyusui.

Kabupaten Gunungkidul memiliki karakteristik geografis yang berbukit-bukit dengan banyak daerah terpencil yang sulit dijangkau (Adinugroho, et al., 2016). Kondisi ini menjadi kendala utama dalam pemerataan distribusi fasilitas kesehatan. Secara umum, puskesmas

pembantu merupakan fasilitas yang paling banyak tersedia di hampir seluruh kecamatan. Kecamatan seperti Wonosari dan Playen memiliki jumlah puskesmas pembantu yang paling tinggi, menunjukkan bahwa layanan kesehatan tingkat dasar cukup merata dan menjadi tulang punggung pelayanan kesehatan di wilayah tersebut. Selain itu untuk puskesmas, jumlahnya relatif lebih sedikit dibanding puskesmas pembantu, namun tetap tersebar di semua kecamatan. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kecamatan minimal memiliki akses ke layanan kesehatan utama. Sementara itu, rumah sakit dan rumah sakit bersalin jumlahnya sangat terbatas dan hanya terdapat di beberapa kecamatan tertentu. Kecamatan Wonosari tampak memiliki jumlah fasilitas paling lengkap dan paling banyak, sehingga dapat dianggap sebagai pusat layanan kesehatan di Kabupaten Gunungkidul. Poliklinik dan apotek juga menunjukkan variasi distribusi yang cukup signifikan antar kecamatan. Beberapa kecamatan memiliki jumlah yang cukup, namun sebagian lainnya masih terbatas, yang mengindikasikan adanya ketimpangan akses terhadap layanan kesehatan penunjang. Data menunjukkan bahwa jumlah fasilitas kesehatan seperti rumah sakit, puskesmas, puskesmas pembantu, poliklinik, dan apotek masih belum tersebar secara proporsional sesuai dengan kebutuhan populasi di setiap kecamatan. Beberapa kecamatan memiliki jumlah fasilitas kesehatan yang lebih banyak dibandingkan kecamatan lain yang memiliki angka *stunting* lebih tinggi (BPS, 2023). Ketidakseimbangan ini menyebabkan inefisiensi dalam pemanfaatan fasilitas kesehatan yang ada, sehingga tidak berdampak optimal terhadap penurunan angka *stunting* di wilayah ini.

Permasalahan ini dapat diatasi dengan melakukan suatu pendekatan optimasi dalam distribusi fasilitas kesehatan guna memaksimalkan efektivitasnya dalam menangani kasus *stunting*. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah LQP. Metode ini merupakan teknik optimasi berbasis pemrograman kuadratik yang memungkinkan distribusi sumber daya secara optimal dengan mempertimbangkan berbagai kendala dan bobot pada setiap variabel yang terlibat (Rozy & Fitri, 2023). Dalam konteks penanganan *stunting*, metode ini dapat digunakan untuk menentukan alokasi fasilitas kesehatan yang ideal berdasarkan prevalensi *stunting* di setiap kecamatan, sehingga setiap daerah mendapatkan perhatian dan intervensi yang sesuai dengan kebutuhannya.

Ruang lingkup alokasi sumber daya publik dalam sektor kesehatan mencakup berbagai komponen penting seperti fasilitas kesehatan, tenaga kesehatan, peralatan medis, serta logistik penunjang pelayanan. Fokus utama dalam pengelolaan sumber daya ini adalah bagaimana mencapai efektivitas layanan, efisiensi penggunaan sumber daya, serta keadilan dalam distribusi layanan kesehatan di seluruh wilayah. Dalam konteks ini, berbagai studi telah menunjukkan bahwa model *Operations Research* (OR) dapat dimanfaatkan secara luas untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya dalam berbagai skenario, baik kondisi normal, krisis, maupun situasi darurat seperti bencana (Zamani, et al., 2025). Sejumlah penelitian menekankan bahwa penggabungan model lokasi-alokasi dengan pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) serta analitik keputusan dapat meningkatkan cakupan layanan, kualitas pelayanan, dan utilisasi sumber daya secara lebih adil dan terukur. Pendekatan seperti *MC-P-Median*, *Location Set Covering Problem* (LSCP), serta integrasi dengan *Linear Programming Relaxation* (LR) telah banyak digunakan untuk menangani permasalahan alokasi yang kompleks dan multidimensi (Murad, et al., 2024).

Pendekatan optimasi dengan LQP memungkinkan perancangan distribusi fasilitas kesehatan dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti jumlah fasilitas yang tersedia, kebutuhan populasi di setiap kecamatan, serta dampak yang dapat dihasilkan terhadap penurunan angka *stunting*. Banyak penelitian tentang alokasi fasilitas Kesehatan hanya menekankan cakupan, jarak, kapasitas, serta biaya operasional, tetapi jarang secara eksplisit

mengaitkan alokasi fasilitas dengan variabel hasil antropometrik seperti *stunting* atau kebutuhan gizi per kecamatan. Beberapa tinjauan dan studi kasus menunjukkan fokus pada *coverage*, akses, dan efisiensi jaringan kesehatan tanpa menampilkan mekanisme langsung untuk meminimalkan prevalensi *stunting* (Salami, et al., 2023). Dengan menggunakan model LQP, distribusi fasilitas kesehatan dapat dirancang sedemikian rupa sehingga lebih proporsional dengan kebutuhan di lapangan. Misalnya, kecamatan yang memiliki angka *stunting* tinggi tetapi memiliki fasilitas kesehatan yang minim akan mendapatkan prioritas dalam alokasi tambahan fasilitas kesehatan. Sebaliknya, kecamatan yang sudah memiliki infrastruktur kesehatan yang memadai namun angka *stunting*-nya tetap tinggi dapat diberikan pendekatan intervensi lain, seperti peningkatan kualitas layanan, edukasi gizi, serta program pemberdayaan masyarakat. Fleksibilitas model ini memungkinkan berbagai skenario optimasi yang dapat disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan masing-masing daerah.

Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model optimasi distribusi fasilitas kesehatan guna mendukung upaya penurunan prevalensi *stunting* di Kabupaten Gunungkidul menggunakan LQP. Penelitian ini tidak mengasumsikan bahwa peningkatan jumlah fasilitas kesehatan secara langsung menyebabkan penurunan *stunting*, melainkan menempatkan akses dan pemerataan layanan kesehatan sebagai salah satu faktor pendukung dalam penanganan *stunting* yang bersifat multidimensional. *Stunting* dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi sosial ekonomi, sanitasi, asupan gizi, serta pola asuh. Oleh karena itu, model yang dikembangkan diharapkan dapat menghasilkan strategi alokasi fasilitas kesehatan yang lebih efektif dan efisien dalam meningkatkan akses layanan kesehatan, sehingga berkontribusi sebagai bagian dari intervensi terpadu dalam percepatan penurunan prevalensi *stunting*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi akademik, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam perumusan kebijakan kesehatan masyarakat yang lebih komprehensif dan berbasis bukti.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan fokus analisis pada seluruh kecamatan yang berada dalam wilayah administratif tersebut. Waktu penelitian dilakukan pada tahun 2026, dengan menggunakan data sekunder tahun 2023 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Gunungkidul. Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel Penelitian

Variabel	Simbol
Rumah Sakit	x_1
Rumah Sakit Bersalin	x_2
Poliklinik	x_3
Puskesmas	x_4
Puskesmas Pembantu	x_5
Apotek	x_6
Prevalensi <i>Stunting</i>	Y

Sumber: Hasil Olah Data Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah analisis data sekunder berupa jumlah fasilitas kesehatan per kecamatan dan prevalensi *stunting*. Analisis ini bertujuan untuk menentukan proporsi optimal fasilitas kesehatan dalam upaya meminimalkan prevalensi *stunting* di setiap kecamatan. Pendekatan yang digunakan adalah model LQP untuk mengoptimalkan alokasi fasilitas kesehatan berdasarkan kebutuhan masyarakat. Model ini diterapkan dengan mempertimbangkan fungsi objektif dan kendala yang relevan dalam distribusi fasilitas kesehatan. Adapun langkah-langkah penelitian disusun sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data yang mencakup jumlah dan distribusi fasilitas kesehatan serta tingkat prevalensi *stunting* di setiap kecamatan
2. Mendefinisikan variabel yang menjadi tujuan dan fungsi kendala berdasarkan persamaan umum LQP (Nurwahidah, 2023):

$$L = f(x) + \lambda g(x) \quad (1)$$

Di mana $f(x)$ merupakan fungsi tujuan, λ adalah pengali *Lagrange*, dan $g(x)$ adalah fungsi kendala. Dari persamaan (1) dibentuk persamaan matematis LQP dengan didasari pada fungsi tujuan yaitu memaksimalkan alokasi fasilitas kesehatan berdasarkan kendala kestabilan minimum pada persentase prevalensi *stunting* yang dirumuskan sebagai berikut:

a) Fungsi Tujuan:

$$Max: \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij} + \lambda_1 \sum_{i=1}^n \omega_i (X - \min(y_i)) + \lambda_2 \sum_{i=1}^n \omega_i - 1 \quad (2)$$

Fungsi tujuan menggunakan persamaan (2) bertujuan untuk menentukan proporsi optimal alokasi fasilitas kesehatan (ω_i) ke setiap kecamatan dengan mempertimbangkan beberapa aspek penting yaitu ω_i , ω_j , dan σ_{ij} menggambarkan hubungan korelasi antar kecamatan atau antar jenis fasilitas kesehatan. Sedangkan, $X - \min(y_i)$ merupakan komponen stabilitas minimum untuk distribusi fasilitas berdasarkan kondisi prevalensi *stunting* minimum. Nilai λ_1 dan λ_2 adalah *multiplier Lagrange* untuk menjaga konsistensi model.

b) Fungsi Kendala:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i X = \min(y_i) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad (4)$$

$$\omega_i, \omega_j \geq 0 \quad (5)$$

c) Model LQP:

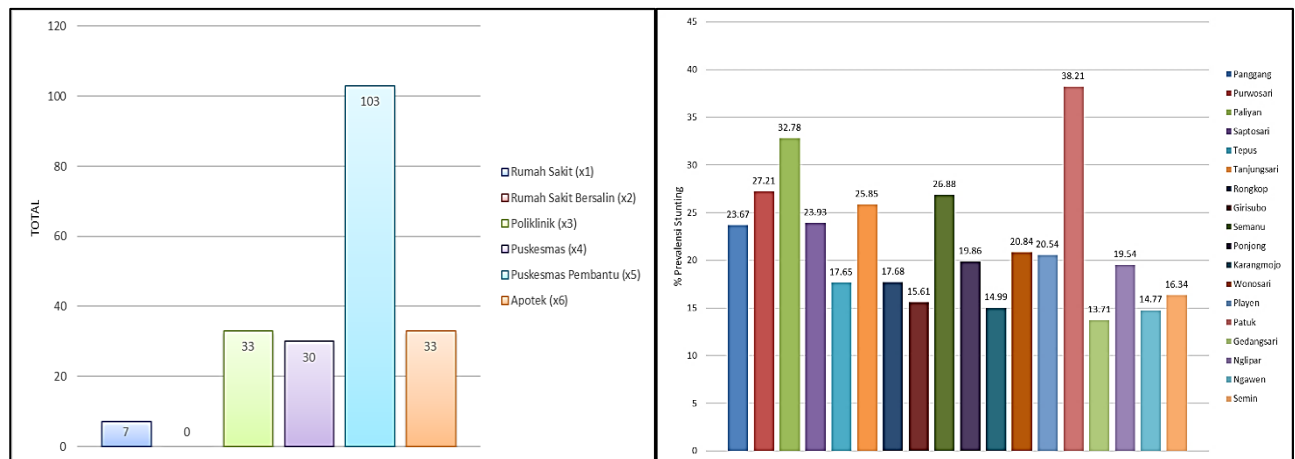
$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij} + \lambda_1 \sum_{i=1}^n \omega_i (X - \min(y_i)) + \lambda_2 \sum_{i=1}^n \omega_i - 1 \quad (6)$$

Di mana σ_{ij} merepresentasikan rasio alokasi yang dihitung berdasarkan kovarians antara jenis fasilitas kesehatan, X adalah total fasilitas kesehatan di seluruh kecamatan, y_i menunjukkan prevalensi *stunting* di kecamatan ke- i , dan ω_i merupakan proporsi ketersediaan fasilitas kesehatan. Model di atas bertujuan untuk menentukan alokasi optimal dengan mempertimbangkan proporsi fasilitas kesehatan guna mencapai tingkat prevalensi *stunting* minimal yang stabil.

3. Mengestimasi bobot atau proporsi dilakukan dengan menyelesaikan persamaan turunan parsial menggunakan metode KKT, yaitu dengan menyetarakan $\frac{\partial L}{\partial \omega_i}, \frac{\partial L}{\partial \omega_j}, \frac{\partial L}{\partial \lambda_1}, \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 0$ (Ningrum, et al., 2023).
4. Interpretasi dan rekomendasi kebijakan. Oleh karena itu, rekomendasi kebijakan yang dihasilkan dari penelitian ini bersifat komplementer, yaitu mendukung intervensi lintas sektor dalam upaya penurunan *stunting* secara berkelanjutan. Pendekatan terpadu ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas kebijakan secara keseluruhan dibandingkan jika hanya berfokus pada satu aspek saja.

HASIL

Pada tahap awal data yang digunakan dalam penelitian ini dianalisis secara deskriptif. Data yang dikumpulkan mencakup jumlah dan distribusi fasilitas kesehatan di setiap kecamatan serta tingkat prevalensi *stunting*. Data ini menjadi dasar dalam analisis untuk menentukan proporsi optimal fasilitas kesehatan yang dapat meminimalkan prevalensi *stunting* di Kabupaten Gunungkidul. Adapun analisis deskriptif disajikan dalam tabel berikut:



Sumber: BPS Gunungkidul

Gambar 1. Jumlah Fasilitas Kesehatan dan Prevalensi *Stunting* di Kabupaten Gunungkidul Tahun 2023

Berdasarkan Gambar 1, terdapat perbedaan signifikan dalam jumlah fasilitas kesehatan dan tingkat prevalensi *stunting* di berbagai kecamatan. Pada grafik kiri, jenis fasilitas kesehatan dengan jumlah tertinggi adalah Puskesmas (x_4) sebanyak 103 unit, sedangkan Rumah Sakit Bersalin (x_2) memiliki jumlah terendah, yaitu 0 unit. Hal ini menunjukkan bahwa layanan kesehatan dasar melalui puskesmas lebih dominan dibandingkan dengan rumah sakit bersalin. Sementara itu, pada grafik kanan yang menunjukkan tingkat prevalensi *stunting* per kecamatan, Kecamatan Purwosari memiliki prevalensi tertinggi, yaitu 38.21%, sedangkan Kecamatan Patuk memiliki prevalensi terendah, yaitu 13.71%. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa beberapa kecamatan masih menghadapi tantangan besar dalam mengurangi angka *stunting*, meskipun jumlah fasilitas kesehatan yang tersedia tidak selalu mencerminkan tingkat prevalensi *stunting* yang lebih rendah. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi dalam alokasi fasilitas kesehatan untuk memastikan penurunan prevalensi *stunting* di wilayah yang masih memiliki angka tinggi.

Setelah mendefinisikan variabel secara deskriptif, dilakukan perumusan fungsi tujuan dan kendala dalam model LQP yang dirancang sesuai dengan persamaan (2), (3), dan (4). Sejalan dengan tujuan penelitian, yaitu meminimalkan prevalensi *stunting* sekaligus mengoptimalkan alokasi fasilitas kesehatan, maka fungsi tujuan dirumuskan dalam bentuk

kuadratik untuk memperoleh solusi alokasi yang optimal dan stabil serta dirumuskan sebagai:

$$L = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 w_i w_j \sigma_{ij} + \lambda_1 \sum_{i=1}^6 w_i (X - \min(y_i)) + \lambda_2 \left(\sum_{i=1}^6 w_i - 1 \right) \quad (7)$$

Dengan kendala:

$$\sum_{i=1}^6 w_i X = \min(y_i) \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^6 w_i = 1, w_i \geq 0, w_j \geq 0 \quad (9)$$

Selanjutnya, bobot atau proporsi fasilitas kesehatan diestimasi untuk mencapai alokasi optimal menggunakan metode KKT, yang bertujuan memaksimalkan distribusi fasilitas kesehatan guna menurunkan prevalensi *stunting* di Kabupaten Gunungkidul. Pendekatan ini diterapkan untuk menyelesaikan sistem persamaan yang diperoleh dari turunan parsial terhadap masing-masing variabel keputusan. Penyelesaian ini bertujuan menentukan distribusi fasilitas kesehatan yang optimal di setiap kecamatan, sehingga prevalensi *stunting* dapat diminimalkan secara efektif. Hasil optimasi disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Optimasi Alokasi Fasilitas Kesehatan dan Dampaknya terhadap Prevalensi *Stunting* di Kabupaten Gunungkidul

Fasilitas Kesehatan	Jumlah Unit Awal	% Penambahan Unit	% Prevalensi <i>Stunting</i>	
			Awal	Optimal
Rumah Sakit (x_1)	7	8	13.71	11.52
Rumah Sakit Bersalin (x_2)	0	57		
Poliklinik (x_3)	33	3		
Puskesmas (x_4)	30	16		
Puskesmas Pembantu (x_5)	103	9		
Apotek (x_6)	33	7		

Sumber: Hasil Olah Data Penelitian

Berdasarkan hasil optimasi alokasi fasilitas kesehatan yang ditunjukkan dalam Tabel 2, terlihat adanya Tabel 2 menunjukkan hasil optimasi alokasi fasilitas kesehatan di Kabupaten Gunungkidul yang diperoleh melalui model LQP. Tabel ini menyajikan kondisi awal jumlah fasilitas, persentase penambahan unit hasil optimasi, serta perubahan prevalensi *stunting* dari kondisi awal ke kondisi optimal. Secara umum, hasil optimasi menunjukkan bahwa peningkatan alokasi fasilitas kesehatan tidak dilakukan secara merata, melainkan disesuaikan dengan kebutuhan relatif tiap jenis fasilitas dalam mendukung sistem layanan kesehatan. Hal ini tercermin dari variasi persentase penambahan pada masing-masing fasilitas.

Fasilitas dengan peningkatan signifikan, seperti rumah sakit bersalin (57%), menunjukkan bahwa layanan kesehatan ibu dan anak menjadi prioritas dalam skenario optimasi. Hal ini relevan karena *stunting* sangat berkaitan dengan kondisi kesehatan sejak masa kehamilan dan awal kehidupan anak. Sementara itu, puskesmas (16%) dan puskesmas pembantu (9%) juga mengalami peningkatan, yang mengindikasikan pentingnya penguatan layanan kesehatan primer sebagai ujung tombak deteksi dini dan intervensi *stunting* di tingkat kecamatan. Di sisi lain, fasilitas seperti poliklinik (3%) dan apotek (7%) mengalami peningkatan yang relatif lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa dalam konteks model, kontribusi fasilitas tersebut terhadap peningkatan akses layanan yang berdampak pada

penanganan *stunting* dinilai tidak sebesar fasilitas layanan primer dan maternal. Dari segi dampak, hasil optimasi menunjukkan adanya penurunan prevalensi *stunting* dari 13,71% menjadi 11,52%. Selanjutnya, prevalensi *stunting* diperoleh melalui substitusi prevalensi awal (S_0) terhadap solusi optimal (S^*) yang mengakibatkan besarnya penurunan:

$$\Delta S = S_0 - S^*$$
$$\Delta S = 13,71\% - 11,52\% = 2,19\%$$

Perubahan alokasi fasilitas dari kondisi awal menuju solusi optimal S^* menghasilkan penurunan prevalensi *stunting* sebesar 2,19 persen poin. Penurunan ini mencerminkan bahwa redistribusi fasilitas kesehatan yang lebih proporsional berpotensi meningkatkan efektivitas layanan kesehatan. Namun demikian, hasil ini tidak dapat diinterpretasikan sebagai hubungan kausal langsung, melainkan sebagai indikasi bahwa optimalisasi distribusi fasilitas kesehatan dapat mendukung upaya penurunan *stunting* sebagai bagian dari intervensi yang lebih luas.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil optimasi, peningkatan alokasi fasilitas kesehatan di Kabupaten Gunungkidul berkontribusi terhadap penurunan prevalensi *stunting* dari 13,71% menjadi 11,52%, yang ditunjukkan melalui penambahan rumah sakit (8%), rumah sakit bersalin (57%), puskesmas (16%), dan puskesmas pembantu (9%). Selain itu, *stunting* merupakan masalah multifaktorial yang tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan layanan kesehatan, tetapi juga oleh faktor gizi, sanitasi, pendidikan ibu, ketahanan pangan rumah tangga, serta kondisi sosial ekonomi. Dengan demikian, intervensi melalui peningkatan fasilitas kesehatan saja tidak bersifat cukup, namun berperan sebagai *enabling factor* yang mendukung efektivitas intervensi lain dalam penurunan *stunting*. Peningkatan fasilitas kesehatan terutama berkontribusi melalui peningkatan akses terhadap layanan kesehatan ibu dan anak, seperti *antenatal care*, persalinan yang aman, pemantauan pertumbuhan balita, serta layanan imunisasi dan konseling gizi. Mekanisme ini sejalan dengan temuan Triloka et al. (2025) yang menyatakan bahwa akses dan kapasitas layanan kesehatan primer memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan program perbaikan gizi masyarakat.

Meskipun demikian, berbagai penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa efektivitas fasilitas kesehatan dalam menurunkan *stunting* masih menghadapi sejumlah kendala, seperti jarak fasilitas yang tidak merata, waktu tunggu pelayanan, keterbatasan alat antropometri, rendahnya kualitas konseling gizi, serta kurangnya pelatihan tenaga kesehatan (Hasan et al., 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah fasilitas perlu diimbangi dengan peningkatan kualitas layanan agar dampaknya terhadap penurunan *stunting* menjadi lebih optimal. Selain mengonfirmasi temuan teoritis dan kebijakan sebelumnya, penelitian ini menawarkan kebaruan metodologis melalui penerapan LQP dalam menentukan proporsi alokasi fasilitas kesehatan yang optimal. Berbeda dengan pendekatan deskriptif atau regresi yang umumnya hanya mengidentifikasi hubungan dan mengestimasi besarnya pengaruh antarvariabel, metode optimasi ini secara langsung menghasilkan kombinasi alokasi x^* yang meminimalkan fungsi objektif prevalensi *stunting* dengan mempertimbangkan berbagai kendala sumber daya yang tersedia (Rusyantia et al., 2024). Dengan demikian, pendekatan LQP tidak hanya bersifat eksplanatif dan prediktif, tetapi juga preskriptif, karena memberikan rekomendasi kebijakan berupa alokasi optimal fasilitas kesehatan. Namun demikian, perlu ditekankan bahwa hasil optimasi ini tetap berada dalam kerangka asumsi model, sehingga efektivitas penurunan *stunting* secara nyata tetap dipengaruhi oleh faktor-faktor non-kesehatan yang tidak seluruhnya dapat diakomodasi dalam model.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan hasil pengolahan model LQP yang diselesaikan dengan metode KKT, diperoleh komposisi bobot optimal alokasi fasilitas kesehatan yang efektif dalam menurunkan prevalensi *stunting* di Kabupaten Gunungkidul. Hasil optimasi menunjukkan bahwa peningkatan alokasi rumah sakit sebesar 8%, rumah sakit bersalin sebesar 57%, dan puskesmas sebesar 16% memberikan kontribusi signifikan terhadap penurunan prevalensi *stunting* dari 13,71% menjadi 11,52%. Secara matematis, solusi optimal dicapai melalui pemenuhan kendala proporsi total, batas minimum prevalensi *stunting*, serta kendala non-negatif, sehingga menghasilkan distribusi fasilitas kesehatan yang paling efisien berdasarkan struktur variansi dan rasio alokasi dalam model kuadratik. Fasilitas yang berkaitan langsung dengan layanan ibu dan anak terbukti memiliki kontribusi terbesar terhadap fungsi tujuan minimisasi *stunting*, sementara poliklinik (3%), puskesmas pembantu (9%), dan apotek (7%) berperan sebagai faktor pendukung dengan kontribusi marginal yang lebih kecil.

Namun demikian, perlu ditekankan bahwa hasil yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan *output* simulasi dari model optimasi LQP, sehingga penurunan prevalensi *stunting* yang dihasilkan dari 13,71% menjadi 11,52% sehingga tidak dapat diinterpretasikan sebagai bukti empiris langsung di lapangan. Hasil tersebut merepresentasikan skenario hipotetik berbasis model matematis yang menunjukkan bagaimana perubahan alokasi fasilitas kesehatan secara teoritis dapat meminimalkan fungsi objektif *stunting* dalam batasan asumsi yang digunakan.

Berdasarkan temuan tersebut, rekomendasi kebijakan yang dapat diajukan adalah memprioritaskan peningkatan kapasitas dan jumlah fasilitas layanan rujukan serta layanan kesehatan ibu dan anak sebagai strategi utama percepatan penurunan *stunting*. Pemerintah daerah perlu mengarahkan perencanaan anggaran dan distribusi sumber daya secara proporsional sesuai bobot optimal hasil model, dengan tetap menjaga keseimbangan ketersediaan fasilitas kesehatan dasar di seluruh wilayah. Pendekatan berbasis optimasi ini dapat dijadikan instrumen perencanaan yang lebih terukur, efisien, dan berbasis data dalam penyusunan kebijakan pembangunan kesehatan daerah, dengan catatan bahwa implementasi nyata tetap memerlukan validasi empiris dan mempertimbangkan faktor-faktor non-kesehatan yang tidak sepenuhnya tercakup dalam model.

SARAN

Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan analisis dengan mempertimbangkan faktor-faktor tambahan yang mempengaruhi prevalensi *stunting*, seperti status sosial-ekonomi, akses terhadap air bersih dan sanitasi, serta pola konsumsi gizi masyarakat. Dengan memasukkan variabel-variabel ini ke dalam model optimasi, hasil yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor determinan *stunting* dan strategi intervensi yang lebih efektif. Selain itu, metode optimasi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu LQP dengan metode KKT, dapat dikombinasikan dengan metode berbasis *machine learning* atau model spasial untuk meningkatkan akurasi dalam prediksi dampak alokasi fasilitas kesehatan. Pendekatan ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih adaptif dan berbasis data. Penelitian mendatang juga dapat mengeksplorasi aspek efektivitas program intervensi *stunting* berbasis fasilitas kesehatan dengan melakukan studi longitudinal untuk melihat dampak jangka panjang dari perubahan alokasi fasilitas kesehatan terhadap tingkat *stunting* di berbagai wilayah. Selain itu, analisis *cost-benefit* terhadap investasi di sektor kesehatan juga dapat diteliti guna mengukur efisiensi dari strategi alokasi yang diterapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunungkidul atas penyediaan data dan informasi yang sangat mendukung pelaksanaan penelitian ini. Ketersediaan data mengenai fasilitas kesehatan dan prevalensi *stunting* menjadi dasar penting dalam proses analisis dan penerapan model LQP untuk memperoleh alokasi distribusi yang optimal. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Sains Data Universitas Telkom dan Departemen Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember atas dukungan akademik, bimbingan metodologis, serta fasilitas yang diberikan selama proses penelitian. Dukungan tersebut sangat berarti dalam penyusunan dan penyempurnaan penelitian ini. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi perumusan kebijakan distribusi fasilitas kesehatan yang lebih efektif dan berbasis data dalam upaya percepatan penurunan *stunting*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, G., Arifa'ilah, I., Elvina, S., Inriyatni, S. and Aisyah, T., 2016. Pola spasial indeks kesulitan geografis dan pengaruhnya terhadap pembangunan Kabupaten Gunungkidul. *Plano Madani*, 5(2).
- Anita, A., Sudarmi., Rusyantia, A., Pranajaya. and Astuti, T., 2024. Analisis implementasi kebijakan swasembada gizi dalam upaya pencegahan dan penanggulangan stunting di Kabupaten Lampung Selatan. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 4(3), pp.1007–1025.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunungkidul, 2023. *Kabupaten Gunungkidul dalam Angka 2023*. Gunungkidul: BPS Kabupaten Gunungkidul.
- Hardinata, R., Oktaviana, L., Husain, F.F., Putri, S. and Kartiasih, F., 2023. Analisis faktor-faktor yang memengaruhi stunting di Indonesia tahun 2021. *Seminar Nasional Official Statistics 2023*.
- Hasan, A.M.R., Selim, M.A., Anne, F.I., Escobar-DeMarco, J., Ireen, S., Kappos, K., Ash, D. and Rasheed, S., 2023. Opportunities and challenges in delivering maternal and child nutrition services through public primary health care facilities in urban Bangladesh: a qualitative inquiry. *BMC Health Services Research*, 23, p.1172.
- Mufidah, I.M. and Basuki, H., 2023. Analisis regresi linier berganda untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kejadian stunting di Jawa Timur. *Indonesian Nursing Journal of Education and Clinic*, 3(3).
- Ningrum, I.N., Kiftiah, M. and Pasaribu, M., 2023. Penerapan metode Karush Kuhn-Tucker dalam optimasi biaya produksi kopi. *Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya (BIMASTER)*, 12(5), pp.461–466.
- Nirmalasari, N.O., 2020. Stunting pada anak: penyebab dan faktor risiko stunting di Indonesia. *Qawwam*, 14(1).
- Nurmandhani, R., Iqbal, M., Pradana, F.K.P.H., Wardoyo, A., Rimawati, E. and Setyawati, V.A.V., 2023. Pemetaan distribusi wasting dan stunting di wilayah lokus stunting Kabupaten Temanggung. *Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS Dr. Soetomo*, 9(2), pp.321–331.
- Nurwahidah, 2023. Optimasi masalah convex quadratic programming dengan metode primal dual interior point. *Jurnal Matematika dan Statistika serta Aplikasinya*, 11(1).
- Rozy, A.F. and Fitri, A., 2023. Analisis resiko penerimaan pajak negara menggunakan model *Lagrange Quadratic Programming*. *Journal of Tax Policy, Economics, and Accounting*, 1(2).
- Rumlah, S., 2022. Masalah sosial dan solusi dalam menghadapi fenomena stunting pada anak. *Jurnal Pendidikan Sejarah & Sejarah FKIP Universitas Jambi*, 1(3), pp.83–91.

- Saputri, G.Z., Puspitasari, I., Susanti, H., Utami, N.P., Rais, I.R., Kanindya, K. and Wigka, N., 2022. Tingkat pengetahuan stunting kader kesehatan balita Desa Wonosari, Gunung Kidul, Yogyakarta melalui pendampingan SiCanting (Sekolah Ibu Cerdas Cegah Stunting). *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, pp.484–489.
- Setiyawati, M.E., Ardhiyanti, L.P., Hamid, E.N., Muliarta, N.A.T. and Raihanah, Y.J., 2024. Studi literatur: keadaan dan penanganan stunting di Indonesia. *IKRAITH-HUMANIORA*, 8(2).
- Triloka, D.W., Azizah, N., Rahmawati, V.E. and Annuchasari, H., 2025. Community-based insights on maternal nutrition knowledge and its role in preventing stunting and wasting in rural Indonesian children. *Journal of Current Health Sciences*, 5(3), pp.145–154.