



Analisis Ketidakmerataan Cakupan Jaringan 5G di Pulau Jawa Berdasarkan Distribusi Infrastruktur gNodeB

Faliza Martina Ambadar^{1*}, Panji Bati Asmara², Dwiki Mohamad Rifki³, Rustamaji⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Email: faliza.martina@mhs.itenas.ac.id¹, panji.bati@mhs.itenas.ac.id², dwiki.mohamad@mhs.itenas.ac.id³

*Penulis Korespondensi: faliza.martina@mhs.itenas.ac.id

Abstract. Fifth Generation (5G) New Radio (NR) technology has become a crucial element in the digitalization process in Indonesia, with the initial phase focused on Java Island as the country's main economic region. This study explores the gap in 5G network coverage on Java Island through an analysis of gNodeB infrastructure distribution using descriptive quantitative methods and spatial analysis. The findings indicate that although Java dominates approximately 67.6% of the country's 5G infrastructure, its distribution remains highly uneven. DKI Jakarta achieves almost complete coverage, while West Java, Central Java, and East Java only record coverage rates below 15%, which is limited to metropolitan areas. Technical aspects such as the dominance of the 2.3 GHz mid-band spectrum, low gNodeB density, and the adoption of Non-Standalone (NSA) architecture are the causes of poor coverage and service quality, with throughput ranging from 200–400 Mbps and latency between 20–30 ms. This situation highlights the digital divide on the island of Java, where regencies and sub-urban areas are still lagging far behind. In order to support equitable and inclusive digitalization, a strategy for equal distribution is needed, including multi-band spectrum allocation, accelerating the transition to Standalone (SA) architecture, and developing more equitable infrastructure outside metropolitan centers.

Keywords: 5G New Radio; gNodeB; Java Island; Network Inequality; Spatial Analysis.

Abstrak. Teknologi fifth Generation (5G) New Radio (NR) telah menjadi elemen krusial dalam proses digitalisasi di Indonesia, dengan tahap awal yang difokuskan di Pulau Jawa sebagai daerah utama ekonomi negara. Studi ini mengeksplorasi kesenjangan dalam jangkauan jaringan 5G di Pulau Jawa melalui analisis distribusi infrastruktur gNodeB menggunakan metode kuantitatif deskriptif serta analisis spasial. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa meskipun Pulau Jawa mendominasi sekitar 67,6% infrastruktur 5G di tanah air, distribusinya masih sangat tidak merata. DKI Jakarta mencapai tingkat cakupan yang hampir menyeluruh, sementara Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur hanya mencatat kadar pemerataan di bawah 15%, yang terbatas pada area metropolitan. Aspek teknis seperti dominasi spektrum mid-band 2,3 GHz, rendahnya kepadatan gNodeB, serta adopsi arsitektur Non-Standalone (NSA) menjadi penyebab kurangnya cakupan dan kualitas layanan, dengan throughput berkisar antara 200–400 Mbps dan latensi antara 20–30 ms. Situasi ini menunjukkan adanya ketimpangan digital di Pulau Jawa, dimana daerah kabupaten dan sub-perkotaan masih tertinggal jauh. Dalam rangka mendukung digitalisasi yang merata dan inklusif, diperlukan strategi untuk pemerataan yang mencakup alokasi spektrum multi-band, mempercepat peralihan ke arsitektur Standalone (SA), dan pengembangan infrastruktur yang lebih merata di luar pusat metropolitan.

Kata kunci: 5G New Radio; Analisis Spasial; gNodeB; Ketidakmerataan Jaringan; Pulau Jawa.

1. PENDAHULUAN

Teknologi Fifth Generation (5G) New Radio (NR) telah menjadi fondasi penting dalam perubahan digital di seluruh dunia dengan memberikan keunggulan dalam tiga skenario utama: Enhanced Mobile Broadband (eMBB), Ultra-Reliable Low Latency Communications (URLLC), dan Massive Machine Type Communications (mMTC). Standar internasional yang ditetapkan oleh ITU-R M.2083 dan spesifikasi teknis 3GPP Release 18 menetapkan target performa yang sangat ambisius, yang mencakup throughput yang tinggi serta latensi yang rendah untuk mendukung ekosistem digital di masa depan. Namun, untuk mewujudkan potensi

teknis tersebut, sangat tergantung pada penyebaran infrastruktur stasiun basis radio yang dalam struktur 5G dikenal sebagai gNodeB (gNB).

Di Indonesia, penerapan jaringan 5G pertama kali diarahkan di Pulau Jawa yang berperan sebagai pusat ekonomi negara, Pulau Jawa menampilkan persentase cakupan 5G tertinggi dibandingkan dengan pulau-pulau lainnya. Informasi terkini hingga akhir tahun 2023 menunjukkan kehadiran dominan dari penyedia layanan besar seperti Telkomsel yang telah meluncurkan lebih dari 500 gNodeB secara nasional, khususnya di daerah Jabodetabek, serta Indosat Ooredoo Hutchison yang terus meningkatkan jangkauan layanan di kota-kota besar di Pulau Jawa. Langkah ini diambil untuk memastikan bahwa daerah dengan populasi yang padat mendapatkan akses yang lebih baik terhadap teknologi terkini (Kominfo, 2024).

Meskipun secara numerik Pulau Jawa berada di posisi teratas, penyebaran gNodeB di lapangan masih memperlihatkan ketidakseimbangan yang cukup besar. Pentingnya penelitian ini semakin dikuatkan oleh realitas yang sering muncul dalam laporan media. Berdasarkan informasi dari Kompas dan Detik.com, banyak pengguna di kawasan sub-urban Jawa, seperti daerah pinggiran Bandung dan Surabaya, mengeluhkan adanya masalah dengan kualitas sinyal 5G yang cenderung sering "hilang" atau tidak stabil ketika berpindah tempat (mobilitas). Hal ini sejalan dengan temuan dari peneliti yang menunjukkan bahwa kurangnya cakupan sinyal pada frekuensi 2.3 GHz sangat berpengaruh terhadap kestabilan throughput bagi pengguna yang bergerak. Ketidakstabilan sinyal ini menunjukkan bahwa meskipun gNodeB telah terpasang, distribusinya masih belum cukup padat untuk memastikan konektivitas yang tanpa hambatan di luar kawasan pusat bisnis (Sasmita, Sholeh, & Rakhmadi, 2022)

Ketidakmerataan ini dipengaruhi oleh aspek regulasi dan teknik. Buletin Pos dan Telekomunikasi Kominfo menyatakan bahwa kurangnya distribusi spektrum kepada operator di Indonesia adalah alasan utama mengapa throughput yang dialami oleh pengguna (sekitar 200-400 Mbps) masih jauh di bawah standar global yang dipublikasikan oleh Opensignal. Selain itu, keberadaan arsitektur Non-Standalone (NSA) yang mendominasi di Pulau Jawa, yang masih bergantung pada infrastruktur jaringan 4G LTE, mengakibatkan latensi lokal tetap berada di kisaran 20-30 ms, belum mencapai potensi maksimal latensi rendah di bawah 10 ms seperti yang dicapai oleh sistem Standalone (SA).

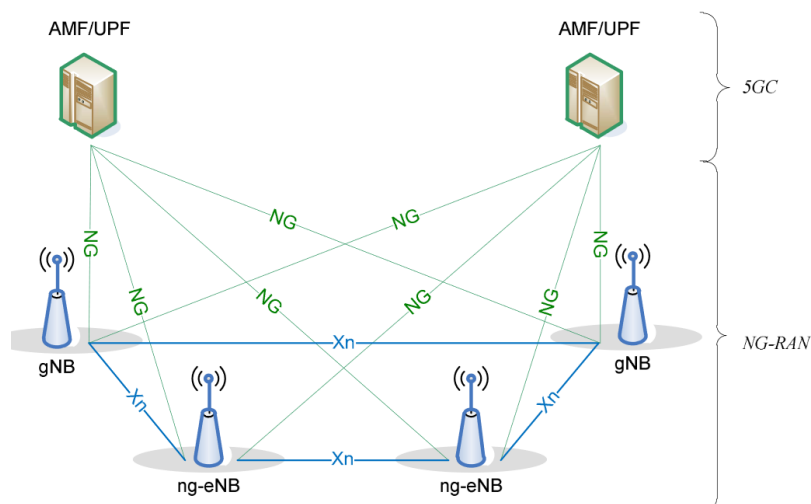
Penelitian ini bermaksud untuk mengeksplorasi ketidakmerataan cakupan 5G di Pulau Jawa dengan menganalisis penyebaran infrastruktur gNodeB melalui beragam laporan teknis dan sumber literatur terbaru, serta menilai dampaknya terhadap kinerja jaringan di kawasan perkotaan hingga sub-perkotaan. Dengan menggabungkan informasi dari berbagai artikel akademik, laporan dari industri, dan berita di media, diharapkan penelitian ini bisa memberikan

rekomendasi strategis untuk mempercepat akses 5G yang lebih merata dan inklusif di seluruh wilayah Pulau Jawa demi mendukung agenda transformasi digital nasional.

2. KAJIAN TEORITIS

Teknologi 5G New Radio (NR)

Teknologi 5G New Radio (NR) adalah standar antarmuka radio internasional yang dirancang khusus untuk sistem seluler generasi kelima. Menurut dokumen teknis 3GPP TS 38.300, teknologi ini diartikan sebagai protokol antarmuka radio yang menghubungkan perangkat pengguna dengan inti jaringan 5G (5G Core). Tidak seperti generasi sebelumnya, NR dibangun dengan tingkat fleksibilitas yang tinggi untuk mendukung beragam skenario aplikasi, mulai dari Enhanced Mobile Broadband (eMBB) hingga komunikasi yang memerlukan latensi sangat rendah. Teknologi ini memanfaatkan struktur frame dan numerologi yang dapat disesuaikan untuk berfungsi di berbagai pita frekuensi, baik yang rendah maupun yang tinggi.



Gambar 1. Arsitektur 5G New Radio (NR).

(Sumber: <https://devopedia.org/5g-new-radio>).

Infrastruktur gNodeB (gNB)

Dalam desain jaringan akses radio 5G (NG-RAN), elemen utama yang bertugas sebagai pemancar dan penerima dikenal dengan sebutan gNodeB atau gNB. gNB sebagai node yang memberikan terminasi untuk protokol user plane (data pengguna) serta control plane (sinyal kendali) ke perangkat pengguna (UE), dan juga terhubung langsung ke inti jaringan 5G melalui antarmuka NG. Tugas gNB meliputi pengelolaan sumber daya radio, penjadwalan dinamis untuk distribusi sumber daya, serta enkripsi dan perlindungan integritas data pengguna (ITU-R, 2015).

Arsitektur Non-Standalone (NSA) vs Standalone (SA)

Implementasi jaringan 5G dibagi menjadi dua jenis arsitektur utama:

1. Non-Standalone (NSA): Mode ini menggunakan teknologi Multi-Radio Dual Connectivity (MR-DC), di mana perangkat pengguna terhubung secara terus-menerus ke eNodeB (4G) sebagai pengendali utama, sambil memanfaatkan gNodeB (5G) untuk meningkatkan kapasitas data. Konfigurasi ini memungkinkan penyebaran 5G yang lebih cepat dengan memakai infrastruktur 4G yang sudah ada (ITU-R, 2015).
2. Standalone (SA): Di sisi lain, arsitektur Standalone adalah pengaturan di mana gNodeB terhubung langsung ke inti jaringan 5G (5G Core) tanpa memerlukan jaringan 4G. Mode ini memungkinkan pemanfaatan sepenuhnya dari fitur-fitur 5G, seperti jaminan kualitas layanan (network slicing) dan latensi yang sangat rendah, dapat berjalan secara mandiri.

Karakteristik Spektrum Fekuensi 2.3 GHz

Frekuensi 2.3 GHz tergolong dalam kelompok mid-band yang umum diterapkan dalam penerapan 5G di daerah perkotaan. Dari sudut pandang penyebaran gelombang radio, frekuensi ini menunjukkan tingkat redaman jalur yang lebih signifikan jika dibandingkan dengan frekuensi rendah (seperti 700 MHz), tetapi memberikan kapasitas bandwidth yang lebih luas.

Menemukan titik tengah antara cakupan dan kemampuan adalah hal yang sangat penting dalam frekuensi ini. Dalam pita 2.3 GHz, kepadatan gNodeB berpengaruh besar terhadap kualitas sinyal yang dirasakan pengguna, terutama di lokasi dengan konsentrasi bangunan yang tinggi yang menyebabkan efek bayangan (Dahlman, Parkvall, dan Skold, 2018).

Quality of service (QoS): Throughput dan Latensi

Dalam standar 5G, pengelolaan kualitas layanan atau Quality of Service (QoS) ditangani berdasarkan aliran data (QoS Flows).

1. Throughput: Besar data diatur oleh parameter seperti Guaranteed Flow Bit Rate (GFBR) yang bertujuan untuk menjamin laju data minimal, serta Aggregate Maximum Bit Rate (AMBR) yang berfungsi untuk mengecualikan batas maksimum keseluruhan laju data yang dapat diterima oleh pengguna (3GPP, 2024).
2. Latensi: Kinerja keterlambatan diatur melalui parameter Packet Delay Budget (PDB), yang menetapkan batas atas untuk keterlambatan paket yang diperbolehkan antara perangkat pengguna dan fungsi user plane dalam jaringan inti. Kestabilan latensi adalah tanda keberhasilan penyatuan antara alat radio gNodeB dan inti jaringan, khususnya dalam mendukung layanan yang memerlukan respon waktu nyata (Sasmita, Sholeh, & Rakhmadi, 2022).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif-analitis dan analisis spasial untuk menganalisis ketidakmerataan cakupan jaringan 5G berdasarkan distribusi dan lokasi infrastruktur gNodeB.

Wilayah dan Unit Analisis Penelitian

Wilayah penelitian mencakup Pulau Jawa yang terdiri dari enam provinsi, dengan unit analisis pada tingkat provinsi dan kabupaten/kota, berfokus pada distribusi infrastruktur gNodeB.

Jenis, Sumber, dan Periode Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder kuantitatif berupa lokasi dan jumlah gNodeB, batas wilayah administrasi, serta data pendukung seperti luas wilayah dan jumlah penduduk, yang diperoleh dari sumber terbuka dan instansi resmi. Periode data disesuaikan dengan ketersediaan informasi 5G terbaru.

Variabel dan Indikator Penelitian

Variabel penelitian meliputi distribusi infrastruktur gNodeB, cakupan jaringan 5G, dan tingkat ketidakmerataan cakupan yang diukur menggunakan Indeks Gini dan koefisien variasi.

Teknik Pengolahan Data

Data diolah melalui verifikasi dan pengelompokan data gNodeB, perhitungan kepadatan berdasarkan luas wilayah dan jumlah penduduk, serta integrasi data statistik dan spasial menggunakan sistem informasi geografis (GIS).

Teknik Analisis Data

1. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan total dan kepadatan gNodeB per wilayah serta perbandingan sebarannya antarprovinsi di Pulau Jawa sebagai gambaran umum distribusi jaringan 5G.

2. Analisis Ketidakmerataan

Tingkat ketidakmerataan distribusi gNodeB dianalisis menggunakan Indeks Gini, di mana nilai mendekati 0 menunjukkan pemerataan dan mendekati 1 menunjukkan ketimpangan tinggi. Koefisien variasi digunakan sebagai indikator pendukung untuk menilai variasi antarwilayah.

3. Analisis Spasial

Analisis spasial dilakukan menggunakan GIS untuk memetakan sebaran gNodeB dan mengidentifikasi pola kluster wilayah dengan cakupan jaringan 5G tinggi dan rendah melalui teknik overlay, serta mendukung hasil analisis statistik.

Perangkat Lunak Analisis

Analisis statistik dilakukan menggunakan Microsoft Excel atau SPSS, sedangkan analisis spasial dan pemetaan distribusi gNodeB menggunakan QGIS atau ArcGIS.

Validitas dan Keterbatasan Penelitian

Validitas penelitian dijaga melalui penggunaan data resmi dan metode analisis yang konsisten. Keterbatasan penelitian terletak pada penggunaan data sekunder yang merepresentasikan distribusi infrastruktur, bukan kualitas layanan jaringan 5G secara langsung.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Sebaran Jaringan 5G dan Estimasi Pemerataan di Provinsi Pulau Jawa.

PROVINSI	ESTIMASI KOTA/KABUPATEN TERLAYANI 5G	ESTIMASI PEMERATAAN (%)	PENJELASAN SEBARAN JARINGAN (NARATIF)	SUMBER REFERENSI
DKI JAKARTA	Jakarta Pusat, Jakarta Selatan, Jakarta Timur, Jakarta Utara	±100%	Menurut Telkomsel (2024), jaringan 5G telah diimplementasikan secara luas di seluruh wilayah administratif DKI Jakarta, terutama di kawasan bisnis, permukiman padat, dan pusat aktivitas ekonomi.	Telkomsel (2024); Kominfo/Komdigi (2025)
BANTEN	Kota Tangerang, Tangerang Selatan, Kota Serang	±25–35%	Menurut Tempo (2023), jaringan 5G di Provinsi Banten baru tersedia di kota-kota utama seperti Tangerang dan Serang. Hal ini menunjukkan bahwa sebaran 5G masih terbatas pada wilayah urban.	Tempo (2023); Telkomsel (2024)
JAWA BARAT	Kota Bandung, Cimahi, Bekasi, Bogor	±11–15%	Menurut Telkomsel (2024), penggelaran jaringan 5G di Jawa Barat terfokus di wilayah metropolitan seperti Bandung Raya	Telkomsel (2024); Tempo (2023)

				dan Jabodetabek, sementara sebagian besar wilayah kabupaten masih belum terjangkau.
JAWA TENGAH	Kota Semarang, Kota Surakarta (Solo), Kota Tegal*	$\pm 9-12\%$	Menurut Tempo (2023), jaringan 5G di Jawa Tengah baru tersedia di kota-kota utama seperti Semarang dan Surakarta, menunjukkan pemerataan yang masih rendah dan terpusat di pusat kota.	Tempo (2023); Kominfo/Komdigi (2025)
DI YOGYAKARTA	Kota Yogyakarta, Sleman	$\pm 30-40\%$	Menurut Telkomsel (2024), jaringan 5G telah tersedia di Kota Yogyakarta dan sebagian wilayah sekitarnya. Meskipun luas wilayah kecil, distribusi 5G tetap terpusat di pusat aktivitas kota.	Telkomsel (2024); Tempo (2023)
JAWA TIMUR	Kota Surabaya, Sidoarjo, Kota Malang	$\pm 8-12\%$	Menurut Kominfo/Komdigi (2025), pengembangan jaringan 5G di Jawa Timur masih terfokus di kota besar seperti Surabaya dan wilayah penyangganya, sementara sebagian besar kabupaten belum terlayani.	Kominfo/Komdigi (2025); Tempo (2023)

PULAU JAWA (AGREGAT)	Kota-kota metropolitan	besar	$\pm 67,6\%$	infrastruktur nasional	Menurut Kementerian Komunikasi dan Digital Republik Indonesia (2025), sekitar 67,6% infrastruktur 5G nasional berada di Pulau Jawa, namun distribusinya tidak merata dan terpusat di wilayah perkotaan.	Kominfo/Komdigi (2025)
INDONESIA (NASIONAL)	Kota besar nasional		4,44%		Menurut IDN Times (2025), cakupan jaringan 5G nasional baru mencapai sekitar 4,44%, menandakan bahwa pengembangan 5G di Indonesia masih berada pada tahap awal.	IDN Times (2025)

Berdasarkan tabel distribusi jaringan 5G di Pulau Jawa, terlihat adanya ketimpangan pemerataan antarprovinsi yang dipengaruhi oleh cakupan kota, karakter wilayah, serta fokus pengembangan operator. DKI Jakarta menunjukkan tingkat pemerataan tertinggi yang diperkirakan hampir mencapai 100%, dengan seluruh kota administratif telah terlayani, terutama di kawasan bisnis, permukiman padat, dan pusat ekonomi, karena diprioritaskan akibat tingginya jumlah pengguna dan kebutuhan layanan data. Sementara itu, Banten dan DI Yogyakarta berada pada kategori pemerataan menengah, dengan estimasi masing-masing 25–35% dan 30–40%, di mana jaringan 5G masih terkonsentrasi di pusat kota seperti Kota Tangerang dan Kota Yogyakarta, sementara wilayah kabupaten belum sepenuhnya terlayani. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemerataan jaringan lebih dipengaruhi oleh intensitas aktivitas perkotaan daripada luas wilayah, sejalan dengan laporan Tempo (2023) yang menyatakan bahwa implementasi 5G di luar kota besar masih terbatas dan dilakukan secara bertahap (Telkomsel, 2024; Kementerian Komunikasi dan Digital, 2025).

Di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur, pemerataan jaringan 5G masih di bawah 15% dan umumnya terbatas di kota-kota besar seperti Bandung, Semarang, Surabaya, dan Malang. Rendahnya pemerataan ini mencerminkan keterbatasan layanan ke wilayah kabupaten karena pengembangan 5G di Indonesia masih pada tahap awal. Meskipun Pulau Jawa menguasai sekitar 67,6% infrastruktur 5G nasional, pemerataan antarwilayah di dalam pulau ini tetap rendah, menunjukkan bahwa besarnya infrastruktur tidak selalu diiringi distribusi layanan yang merata. Temuan ini sejalan dengan laporan OECD (2021) terkait risiko

kesenjangan akibat pembangunan terpusat, serta cakupan 5G nasional yang masih di bawah 4,44% menegaskan bahwa adopsi 5G di Indonesia berlangsung selektif dan bertahap sesuai potensi ekonomi wilayah (ANTARA, 2024; IDN Times, 2025).

Analisis Teknis Pengaruh Frekuensi 2.3 GHz terhadap Pemerataan Jaringan 5G

Berdasarkan data mengenai pemerataan jaringan 5G di Pulau Jawa, terlihat bahwa provinsi-provinsi dengan luas wilayah administratif yang besar, seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur, menunjukkan tingkat pemerataan jaringan yang rendah, yaitu di bawah 15%. Faktor ekonomi dan kepadatan penduduk adalah penyebab utama, namun karakteristik teknis dari frekuensi yang dipilih dalam penerapan awal 5G di Indonesia juga berperan, khususnya pita 2.3 GHz.

Frekuensi mid-band seperti 2.3 GHz memiliki redaman propagasi yang cukup tinggi dan sangat terpengaruh oleh fenomena shadowing yang disebabkan oleh bangunan, pohon, dan kontur tanah. Hal ini berakibat pada cakupan sel yang terbatas dan dibutuhkan densitas gNodeB yang tinggi untuk menjaga kualitas layanan. Hasil ini menjelaskan terbatasnya cakupan 5G di luar area metropolitan seperti DKI Jakarta, seperti yang ditunjukkan dalam tabel (Dahlman, Parkvall, dan Sköld, 2018).

Dalam situasi wilayah kabupaten yang luas dan memiliki kepadatan penduduk rendah, efektivitas penggunaan gNodeB 2.3 GHz sebagai satu-satunya pilihan menjadi tidak efisien baik secara teknis maupun ekonomi. Kombinasi dengan spektrum frekuensi rendah seperti 700 MHz yang punya jangkauan lebih luas serta penetrasi bangunan yang lebih baik sangatlah diperlukan. Strategi penyebaran multi-band ini adalah kunci untuk meningkatkan pemerataan jaringan 5G di area non-perkotaan di Pulau Jawa (GSMA, 2022).

Perbandingan Kualitas Jaringan 5G: Arsitektur Non-Standalone (NSA) dan Standalone (SA)

Selain jangkauan area, mutu layanan juga menjadi faktor krusial dalam mengevaluasi kesiapan serta distribusi 5G. Saat ini, penerapan 5G di Indonesia masih berfokus pada arsitektur Non-Standalone (NSA) yang bergantung pada jaringan inti 4G LTE, sehingga kemampuan untuk mengurangi latensi menjadi sangat terbatas. Menurut laporan Kominfo (2024), latensi 5G di Indonesia berada dalam rentang 20–30 ms, terutama di Pulau Jawa, angka ini belum mencapai standar ideal 5G di bawah 10 ms yang diperlukan untuk mendukung aplikasi real-time seperti mobil otomatis dan layanan kesehatan jarak jauh.

Di sisi lain, arsitektur Standalone (SA) yang terhubung langsung dengan 5G Core mampu memberikan latensi yang sangat minim dan efisiensi jaringan yang lebih baik (Dahlman et al., 2018). Maka dari itu, percepatan peralihan menuju 5G SA menjadi langkah strategis untuk

mendorong transformasi digital yang lebih merata dan berkualitas, terkhusus di luar daerah perkotaan agar keuntungan 5G tidak hanya terfokus di kota-kota besar (Andrews, 2020).

Analisis Kesenjangan Digital di Internal Pulau Jawa

Tabel menunjukkan bahwa sekira 67,6% infrastruktur 5G nasional terletak di Pulau Jawa, namun distribusinya sangat timpang antarprovinsi. Keadaan ini mencerminkan paradoks infrastruktur digital, di mana konsentrasi pembangunan tidak secara otomatis menciptakan pemerataan akses layanan.

Keberadaan infrastruktur yang dominan di suatu area sering kali justru memperlebar kesenjangan akses jika pembangunan lebih dipusatkan pada wilayah-wilayah ekonomi. Dalam konteks Pulau Jawa, strategi operator yang lebih memilih untuk fokus pada wilayah dengan potensi keuntungan tinggi seperti Jakarta, Bandung, dan Surabaya mengakibatkan daerah kabupaten tertinggal dalam adopsi 5G (OECD, 2021).

Meskipun demikian, komunitas di daerah non-perkotaan masih memberikan kontribusi ekonomi melalui pajak dan biaya layanan, tetapi mereka tidak mendapatkan akses yang setara. Hal ini menciptakan ketidaksetaraan struktural dalam akses teknologi digital, yang bisa menghalangi pemerataan pembangunan ekonomi di wilayah (Suryanegara dan Asvial, 2022).

Keterbatasan Dalam Throughput Jaringan 5G di Indonesia

Dari segi kecepatan, throughput jaringan 5G di Indonesia berada pada rentang 200 hingga 400 Mbps. Walaupun angka ini lebih tinggi dibandingkan 4G LTE, namun masih jauh dari potensi teoritis 5G yang bisa mencapai lebih dari 1 Gbps (Kominfo, 2024).

Keterbatasan throughput ini disebabkan oleh alokasi spektrum yang terbatas di setiap operator di Indonesia. Alokasi spektrum yang kurang luas mengurangi kapasitas saluran, yang mempengaruhi langsung kecepatan yang diterima pengguna, khususnya di daerah padat seperti Pulau Jawa (GSMA, 2023).

Oleh karena itu, Kementerian Komunikasi dan Digital Republik Indonesia perlu mengeluarkan kebijakan untuk mempercepat lelang spektrum baru, guna meningkatkan kualitas layanan 5G di seluruh negeri. Tanpa dukungan spektrum yang cukup, pemerataan jaringan akan terhambat baik dalam hal cakupan maupun kualitas layanan.

Pola Sebaran gNodeB dan Daerah Blank Spot 5G

Dengan menggunakan analisis spasial dan GIS, terlihat bahwa penyebaran gNodeB 5G di Pulau Jawa mengikuti pola kluster tertentu, terutama di sepanjang jalur transportasi utama serta area industri. Pemasangan jaringan generasi baru biasanya mengikuti koridor ekonomi dan logistik (Zhang, 2021).

Daerah dengan blank spot 5G yang paling mencolok dapat ditemukan di sepanjang jalur selatan Pulau Jawa dan di kabupaten dengan topografi yang rumit. Pola ini menunjukkan bahwa pengembangan 5G masih dilakukan secara selektif dan belum merata di seluruh wilayah, meskipun Pulau Jawa secara nasional memiliki infrastruktur 5G yang lebih dominan.

Dampak pada Transformasi Digital Nasional

Ketidakseimbangan dalam pemerataan serta kualitas jaringan 5G di Pulau Jawa bisa menghambat proses transformasi digital yang inklusif, akses terhadap jaringan berkecepatan tinggi berhubungan langsung dengan peningkatan produktivitas dan inovasi digital (Katz dan Callorda, 2018).

Dengan cakupan nasional jaringan 5G yang masih berkisar antara 4 hingga 5%, dan rendahnya pemerataan di dalam Pulau Jawa, diperlukan kebijakan yang tidak hanya fokus pada efisiensi ekonomi, tetapi juga pada keadilan dalam akses teknologi. Tanpa adanya intervensi kebijakan yang kuat, potensi 5G untuk memperbesar kesenjangan digital antara wilayah akan semakin besar.

5. KESIMPULAN

Pembangunan jaringan 5G di Pulau Jawa memperlihatkan adanya perbedaan yang jelas antara berbagai wilayah. Meskipun sebagian besar infrastruktur 5G di negara ini terletak di pulau ini, distribusinya masih lebih banyak berada di daerah metropolitan seperti DKI Jakarta. Hal ini disebabkan oleh tingginya permintaan untuk data, aktivitas ekonomi yang pesat, serta perhatian khusus dari pemerintah dan penyedia layanan. Dari segi teknis, penggunaan spektrum mid-band 2,3 GHz membatasi area jangkauan jaringan, sehingga banyak gNodeB dibutuhkan, yang tidak efektif untuk daerah dengan populasi yang rendah atau yang memiliki kondisi geografis yang sulit. Selain itu, arsitektur Non-Standalone (NSA) saat ini belum memberikan kinerja 5G yang optimal, terutama dalam hal kecepatan dan latensi, mengakibatkan manfaat dari teknologi ini belum dapat dirasakan secara luas.

Sebagai hasilnya, sejumlah kabupaten dan daerah terpencil di Pulau Jawa masih memiliki akses 5G yang terbatas, yang dapat menyebabkan kesenjangan digital yang lebih besar di antara wilayah. Situasi ini menunjukkan bahwa perkembangan 5G masih bersifat selektif dan berada di fase awal. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan yang lebih komprehensif dan berfokus pada pemerataan, seperti memperluas alokasi spektrum, mempercepat implementasi 5G Standalone, serta merancang strategi pembangunan yang juga memperhatikan wilayah di luar metropolitan agar proses transformasi digital dapat berlangsung dengan lebih adil dan inklusif.

DAFTAR PUSTAKA

- 3GPP. (2024). *Technical specification group radio access network; NR; NR and NG-RAN overall description; Stage 2 (Release 18) (TS 38.300 Version 18.1.0)*. https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.300/
- Andrews, J. G., Buzzi, S., Choi, W., Hanly, S. V., Lozano, A., Soong, A. C. K., & Zhang, J. C. (2014). What will 5G be? *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 32(6), 1065–1082. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2014.2328098>
- ANTARA News. (2024). *Perluasan jaringan 5G di Indonesia*. <https://www.antaranews.com>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Konsep dan definisi statistik wilayah administrasi*. BPS.
- Dahlman, E., Parkvall, S., & Sköld, J. (2018). *5G NR: The next generation wireless access technology*. Academic Press.
- GSMA. (2023). *5G performance and spectrum allocation report*. <https://www.gsma.com>
- IDN Times. (2025). *Cakupan jaringan 5G nasional masih terbatas*. <https://www.idntimes.com>
- Indosat Ooredoo Hutchison. (2024). *Annual report 2023: Empowering Indonesia*. <https://www.ioh.co.id>
- International Telecommunication Union. (2022). *Measuring digital development: Facts and figures 2022*. ITU Publications. <https://www.itu.int>
- ITU-R. (2015). *Recommendation ITU-R M.2083-0: IMT vision—Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond*. International Telecommunication Union.
- Katz, R. L., & Callorda, F. (2018). Accelerating the development of digital ecosystems. *Telecommunications Policy*, 42(8), 660–681. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.11.002>
- Kementerian Komunikasi dan Digital Republik Indonesia. (2024). *Buletin kinerja jaringan broadband nasional*. <https://www.komdigi.go.id>
- Kementerian Komunikasi dan Digital Republik Indonesia. (2025). *Laporan infrastruktur telekomunikasi nasional*. <https://www.komdigi.go.id>
- Kementerian Komunikasi dan Digital Republik Indonesia. (2025). *Pengembangan jaringan 5G*. <https://www.komdigi.go.id>
- Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2024). *Laporan capaian strategis 2023: Akselerasi transformasi digital dan pemerataan jaringan 5G nasional*.
- Kompas.com. (2023). *Keluhan pengguna 5G di pinggiran kota: Sinyal cepat tapi sering hilang*. <https://tekno.kompas.com>
- OECD. (2021). *Bridging the digital divide*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org>
- Prahasta, E. (2016). *Sistem informasi geografis: Konsep dan aplikasi*. Informatika.
- Sasmita, A., Sholeh, M., & Rakhmadi, A. K. (2022). Studi perbandingan cakupan dan kapasitas jaringan 5G NSA pada frekuensi 1,8 GHz dan 2,3 GHz. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 11(2), 142–149. <https://doi.org/10.22146/jnteti.11i2.355>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

- Suryanegara, M., & Asvial, M. (2022). Mobile broadband development and digital divide in Indonesia. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(2), 927–936. <https://doi.org/10.11591/eei.v11i2.3553>
- Telkomsel. (2024). *Laporan implementasi jaringan 5G*.
- Telkomsel. (2024). *Laporan tahunan 2023: Semangat Indonesia*. <https://www.telkomsel.com/about-us/investor-relations>
- Tempo. (2023). *Perkembangan jaringan 5G di Indonesia*. <https://tekno.tempo.co>
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2017). *Pembangunan ekonomi* (Edisi terjemahan Indonesia). Erlangga.
- Zhang, H., Liu, N., Chu, X., Long, K., Aghvami, A. H., & Leung, V. C. M. (2017). Network slicing based 5G and future mobile networks: Mobility, resource management, and challenges. *IEEE Communications Magazine*, 55(8), 138–145. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600940>