

ISSN: 2549-6255 (Online) | ISSN: 2549-6247 (Print)

JITE (Journal of Informatics And Telecommunication Engineering) It is a peer reviewed journal in the field of informatics. This journal is published 2 months of the year (July and January) by informatics study program, Faculty of Engineering, University of Medan Area, Indonesia. Manuscripts submitted by the author are blindly reviewed. The accepted writings were published online. JITE publishes original papers in the field of: Informatics: Big Data & Data Mining, Image Processing & Computer Vision, Mobile Software Engineering, Pattern Recognition, etc. Telecommunication Engineering: Networking and Telecommunication System, Wireless Ad-Hoc and Sensor Network, Cognitive Radio, Cooperative Communication, Information Theory, Software Defined Networking, etc. Electrical Engineering: Embedded System, Robotics, Internet of Things, Digital Signal Processing (DSP), Electronic Control System, Control Theory and Application, Control Engineering










CURRENT ISSUE

Vol. 6 No. 2 (2023): Issues January 2023

The full manuscript of the July edition of volume 6 issues 2 2022 can be accessed >> here <<

PUBLISHED: Jan 27, 2023

Articles

- Analysis of Vsat Gyro performance based on the power level of the antenna receiver on the Pelni ship**
 Author(s): imelda uli vistalina simanjuntak , Sulistyansih Sulistyansih, Ketty Siti Salamah, Krisna Yudha Dewantara
 16 9
[PDF](#)
- Development of Mobile-Based Crowdfunding Application**
 Author(s): Rosalina Rosalina
 6 10
[PDF](#)
- Data Clustering Recommendations For Selection Student Majors To Higher Education Using The K-Means Method (Case Study of SMAN 2 Palembang)**
 Author(s): Jemakmun makmun Jemakmun, R. Ahmad Dicky Syarif Purboyo
 9 9
[PDF](#)
- Optimization Model of Fishery Products Supply Chain Using Mixed Integer Linear Programming Method**
 Author(s): Nurdin Nurdin, Taufiq Taufiq, Bustami Bustami, Marleni Marleni, Khairuni Khairuni
 8 9
[PDF](#)
- Analysis of End-to-End Delay Video Conferencing Services on a Mobile Ad Hoc Network**
 Author(s): Riklan Kango, Nurwahidah Jamal, Mohamad Ilyas Abas
 3 5
[PDF](#)
- 5G NR Network Planning Analysis using 700 Mhz and 2.3 Ghz Frequency in The Jababeka Industrial Area**
 Author(s): Achmad Kirang, Alfin Hikmaturokhan, Khoirun Niramah
 6 11
[PDF](#)
- Design and Build 4G Open Radio Access Network at SmartLab Politeknik Negeri Jakarta**
 Author(s): Lusi Damayanti, Damelia Panggabean, Sheren Regina Pingkan, Asri Wulandari, Alfin Hikmaturokhan, Adhi Hidayatullah
 8 25
[PDF](#)
- Bandwidth Enhancement of 2x1 Microstrip Array Antena Using Slit Technique for Wireless Communication System**
 Author(s): Erby Virta Joseph Paays, Syah Alam, Indra Sujati
 5 7
[PDF](#)
- Identification of Floods in Palembang Area Using Fuzzy Logic Method of Mamdani and Sugeno**
 Author(s): Ade Sukmawati, Lemi Iryana, Pandi Adriansyah, Lucky Indra Kesuma
 15 13
[PDF](#)
- Measuring Information System-Based Village Administration Service Performance Using Boundary Value Analysis Techniques**
 Author(s): Dodik Arwin, DYAHAYU, Hafiz Rizqon Adinata
 3 9
[PDF](#)
- Implementation of Link Failover on Metronet Network PT. Telkom Indonesia (Persero) Based on Ipv4 and OSPF**
 Author(s): Yosy Rahmawati , Nabila Mutiara Anjani
 2 7
[PDF](#)
- Android-based Rooftop Solar Power Plant Capacity Calculator Application Development**
 Author(s): Olines , Muhammad Dominique Mendoza , Denny Haryanto Sinaga , Christin Emiati Panjaitan
 8 9
[PDF](#)
- Optimization of Support Vector Machine and XGBoost Methods Using Feature Selection to Improve Classification Performance**
 Author(s): Doni - Andriansyah , Eka Wulansari Fridayanthie
 14 19
[PDF](#)
- Application Of The Backpropagation Method For Digital Image Feature Extraction On Coffee Fruit Classification**
 Author(s): Riduan Syahri, Desi Puspita
 15 6
[PDF](#)
- Applications For Detecting The Rate Of Fruit In Mangrove Plants**
 Author(s): Sharfina Faza, Meyatul Husna, Ajulio Paddy Sembiring, Rina Anugrahwati, Silmi, Romi Fadillah Rahmat, Rhama Permadi Ahmad
 10 8
[PDF](#)
- Web-Based Online Queuing Information System at the Lendang Nangka Health Center**
 Author(s): Muhammad Zamroni Uska, Yosi Nur Kholisho, Jamaludin, Rasyid Hardi Wirasasmita
 17 14
[PDF](#)
- Development of Decision Support Applications for Granting Mortgages using the Fuzzy-Weighted Product method**
 Author(s): Nadiva Ramandani, Addin Aditya, Febry Eka Purwiantono
 4 8
[PDF](#)
- Red Onion Customer Relationship Management System Business Process Design Using BPR LC Method**
 Author(s): Aditya Rahman, Ika Novita Dewi, Farrikh Alzami, Kukul Biyantama, Muhammad Rizal Nurcahyo, Filmada Ocky Saputra, Rindra Yusianto, Mila Sartika, Firman Wahyudi
 12 9
[PDF](#)
- Business Process Design With BPR Life Cycle in Fertilizer Provision**
 Author(s): Ghina Anggun, Farrikh Alzami, Mila Sartika, Sri Handayani, Jumanto, Rindra Yusianto, Firman Wahyudi
 11 11
[PDF](#)
- Business Process Reengineering for Red Onion E-Commerce System**
 Author(s): Muhammad Noufal Baihaqi, Candra Irawan, Farrikh Alzami, Mila Sartika, Sri Handayani, Jumanto, Rindra Yusianto, Pulung Nurtantyo Andono
 19 10
[PDF](#)
- Development of Engineering Vocational Choice Systems in Higher Education**
 Author(s): esa sabrina, Muhammad Anwar, Hansi Effendi, Resmi Darni
 7 7
[PDF](#)
- Development of Interactive Learning Media in Computer Subjects and Basic Networks in Vocational High Schools**
 Author(s): Islapirna Islapirna, Fadhilah, Yeka Hendriyani, Wakhinuddin
 10 11
[PDF](#)
- Analysis Of Variation In The Number Of MFCC Features In Contrast To LSTM In The Classification Of English Accent Sounds**
 Author(s): Afriandy Sharif, Opim Salim Sitompul , Erna Budhiarti Nababan 
 10 8
[PDF](#)
- Optimization of Faster R-CNN to Detect SNI Masks at Mandatory Mask Doors**
 Author(s): Marah Doly Nasution, Al-Khowarizmi Al-Khowarizmi, Halim Maulana
 11 13
[PDF](#)
- Modeling Of Generator Neutral Ground System Using Labview 2017 Application IEEE std C62.92.2TM**
 Author(s): Muhammad fadlan siregar, Ayu Fitriani, Syafrivel, Catra Indra Cahyadi, M. Fitra Zambak, Suprianto
 19 13
[PDF](#)
- Performance Evaluation Of Variations Boosting Algorithms For Classifying Formalin Fish From Photos**
 Author(s): Fadlisyah Fadlisyah, Muhathir Muhathir 
 19 14
[PDF](#)

VIEW ALL ISSUES >

Language: English

- FOCUS AND SCOPE JOURNAL
- AUTHOR GUIDELINES
- EDITORIAL TEAM
- VISITOR STATISTIC
- CONTACT US
- REVIEWER
- AUTHOR FEE
- PUBLICATION ETHICS
- PLAGIARISM POLICY



STATISTIC

88172838

View My Stats



[HOME](#) / [Editorial Team](#)

Editorial Team

Editor In Chief

Muhathir Muhathir, Universitas Medan Area, Indonesia

Manager Editor

Arief Goeritno, S.T., M.T, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Indonesia

Dr. J.N.V.R. Swarup Kumar, National Institute of Technology Kurukshetra, Kurukshetra, India

Irwan Prasetya Gunawan, Ph.D, Department of Informatics, Faculty of Engineering and Computer Science, Universitas Bakrie, Indonesia

Mehdi Gheisari, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Ata Jahangir Moshayedi, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou, China

Section Editor

Rizki Muliono, Universitas Medan Area, Indonesia

Nurul Khairina, Universitas Medan Area, Indonesia

Fadlisyah Fadlisyah, Universitas Malikussaleh

Juanda Hakim Lubis, Universitas Medan Area, Indonesia

Fadhillah Azmi, UNIVERSITAS PRIMA INDONESIA, Indonesia

Zulfikar Sembiring, Universitas Medan Area, Indonesia

Susilawati Susilawati, Universitas Medan Area

Defri Hamdana, Universitas Malikussaleh

Muhammad Hamidi, Akademi Maritim Belawan

Rahmat Widadi, S.Pd., M.Eng, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Reyhan Achmad Rizal, ST., M.Kom, UNIVERSITAS PRIMA INDONESIA, Indonesia

Language: English

[FOCUS AND SCOPE JOURNAL](#)[AUTHOR GUIDELINES](#)[EDITORIAL TEAM](#)[VISITOR STATISTIC](#)[CONTACT US](#)[REVIEWER](#)[AUTHOR FEE](#)[PUBLICATION ETHICS](#)[PLAGIARISM POLICY](#)

STATISTIC

00172060

[View My Stats](#)

OFFICIAL WEBSITE OF UMA OPEN ACCESS JOURNALS

The UMA Open Access Journals provides quality journal publication services to documenting and preserving scientific article from the results of your research.

CONTACT US

Phone, 082369659185
Mail, jite@uma.ac.id
Web, <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jite>

INFORMATION

For Authors
For Readers
For Librarians

SHARE & FOLLOW



HOME / Reviewer

REVIEWER

Reviewer

Dr.Malek Al-Nawashi, Al-Balqa Applied University, Al Salt, Jordan

Roheen Qamar, Quaid-e-Awam University of Engineering, Nawabshah, Pakistan

Prof. Dr. Dadan Ramdan M.Eng. M.Sc., Universitas Medan Area, Indonesia

Dr.nat.techn. Weksi Budiaji, S.Si, M.Sc, Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Anggara Trisna Nugraha, Prodi D4 Teknik Kelistrikan Kapal, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Edy Victor Haryanto, Universitas Potensi Utama

Suherman Ph.D, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

Arif Ridho Lubis, Politeknik Negeri Medan, Indonesia

Alfian Ma'arif, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

Ali Ibrahim, Prodi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya, Indonesia

Vivi Nur Wijayaningrum, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Bengawan Alfaresi, S.T, M.T, IPM, Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Indonesia

Muhammad Arhami, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Indonesia

Purnawarman Musa, Gunadarma University, Indonesia

Dodi Siregar, Universitas Harapan Medan, Indonesia

Anjar Wanto, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Oman Somantri, Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia

Addin Aditya, STIKI Malang

Jani Kusanti, Universitas Surakarta

Adil Setiawan, Universitas Potensi Utama

Desi novianti, MT, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

Agustinus Fritz Wijaya, S.Kom., M.Cs, Program Studi S1 Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana

Dr Heshalini Rajagopal, ICSDI, UCSI University, Malaysia

Kurnia Paranita Kartika Riyanti, S.ST, MT, Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Riklan Kango, ST., M.T, Prodi Teknik Elektronika, Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan

Eka Pandu Cynthia, S.T., M.Kom, Prodi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Joko Kuswanto, M. Kom, Prodi Informatika, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Baturaja

Mudafiq Riyan Pratama, M.Kom, Politeknik Negeri Jember

Dr. Soetam Rizky Wicaksono, Prodi Sistem Informasi Universitas Ma Chung

Ina Sholihah Widiati, M.Kom, Prodi Informatika, STMIK Amikom Surakarta

Petrus Kerowe Goran.S.T.,M.T, Prodi Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Indonesia

Iwan Adhichandra, ST, M.Sc, Prodi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie, Indonesia

Ghulam Asrofi Buntoro, S.T., M.Eng, Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Univeritas Muhammadiyah Ponorogo, Indonesia

Agustinus Suradi, S.Kom, M.Kom, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Widya Dharma, Indonesia

Teguh Arifianto, S.Kom., M.T, Teknologi Elektro Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun, Indonesia

Rahmad Hidayat, ST, MT, Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Indonesia

Muhammad Zamroni Uska, M.Kom, Prodi Pendidikan Informatika, Fakultas MIPA, Universitas Hamzanwadi, Indonesia

Language: English

FOCUS AND SCOPE JOURNAL

AUTHOR GUIDELINES

EDITORIAL TEAM

VISITOR STATISTIC

CONTACT US

REVIEWER

AUTHOR FEE

PUBLICATION ETHICS

PLAGIARISM POLICY



STATISTIC

00172061

View My Stats



OFFICIAL WEBSITE OF UMA OPEN ACCESS JOURNALS

The UMA Open Access Journals provides quality journal publication services to documenting and preserving scientific article from the results of your research.

CONTACT US

Phone: 082369659185
Mail: jite@uma.ac.id
Web: <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jite>

INFORMATION

For Authors
For Readers
For Librarians

SHARE & FOLLOW





JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v6i2.8270

Received: 28 October 2022

Accepted: 27 December 2022

Published: 25 January 2023

5G NR Network Planning Analysis using 700 Mhz and 2.3 Ghz Frequency in The Jababeka Industrial Area

Achmad Kirang¹), Alfin Hikmaturokhman²)*, Khoirun Ni'amah³)

1,2,3) Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Intitut Teknologi Telkom Purwokerto

*Corresponding Email : alfin@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merancang jaringan 5G NR menggunakan frekuensi 700 MHz dan 2,3 GHz dengan bandwidth 30 MHz di Kawasan industri Jababeka seluas 5600 hektare. Model Propagasi yang digunakan Urban Macrocell (UMa) kondisi non line of sight (NLOS) sesuai standarisasi 3GPP TR 38.901 dengan parameter Synchronization signal-reference signal received power (SS-RSRP) dan Synchronization Signal to Interference and Noise Ratio (SS-SINR). Simulasi prediksi coverage menggunakan Atoll 3.4 terdiri dari 4 skenario. Skenario 1 menggunakan frekuensi 2,3 GHz arah downlink, skenario 2 menggunakan frekuensi 2,3 GHz arah uplink, skenario 3 menggunakan frekuensi 700 MHz arah downlink dan skenario 4 frekuensi 700 MHz dengan arah uplink. Parameter yang dianalisis adalah kuat sinyal (SS-RSRP > -110 dBm) dan kualitas sinyal (SS-SINR > 5 dB). Hasil simulasi skenario 1 mendapatkan kuat sinyal 61% dan kualitas sinyal sebesar 73,71% dari area Jababeka. Skenario 2 mendapatkan 100% untuk kuat sinyal dan 75,35% untuk kualitas sinyal. Skenario 3 mendapatkan kuat sinyal 72,27% dan kualitas sinyal 85,30%. Skenario 4 menunjukkan kuat sinyal 100% dan kualitas sinyal 71,04% dari area Jababeka. Perencanaan dengan frekuensi 700 MHz menunjukkan bahwa parameter kuat sinyal dan kuat sinyal lebih bagus di banding frekuensi 2.3 GHz, sehingga sangat sesuai untuk diterapkan pada jaringan 5G di daerah Industri Jababeka. Peneliti berharap, hasil penelitian ini dapat memberikan masukan-masukan terhadap operator seluler di Indonesia, dalam melakukan perencanaan dan Implementasi pada saat pengelaran Jaringan 5G di Indonesia.

Kata Kunci: 5G NR, Atoll, Jababeka Industrial Area, SS-RSRP, SS-SINR

Abstract

This research designed a 5G NR network using 700 MHz and 2.3 GHz frequencies with 30 MHz bandwidth in the Jababeka industrial area covering an area of 5600 hectares. The Propagation Model used by Urban Macrocell (UMa) in non line of sight (NLOS) conditions according to 3GPP TR 38901 standard with Synchronization signal-reference signal received power (SS-RSRP) and Synchronization Signal to Interference and Noise Ratio (SS-SINR) parameters. Coverage prediction simulation using Atoll 3.4 consists of 4 scenarios. Scenario 1 uses a frequency of 2.3 GHz downlink, scenario 2 uses a frequency of 2.3 GHz uplink, scenario 3 uses a frequency of 700 MHz downlink and scenario 4 uses a frequency of 700 MHz uplink. Parameters analyzed were signal strength (SS-RSRP > -110 dBm) and signal quality (SS-SINR > 5 dB). The simulation results of scenario 1 get a signal strength of 61% and signal quality of 73.71% from the Jababeka area. Scenario 2 gets 100% for signal strength and 75.35% for signal quality. Scenario 3 gets a signal strength of 72.27% and signal quality of 85.30%. Scenario 4 shows a signal strength of 100% and signal quality of 71.04% from the Jababeka area. Planning with a frequency of 700 MHz shows that the signal strength and signal strength parameters are better than the 2.3 GHz frequency, making it suitable for 5G networks in the Jababeka area. The findings of this study are intended to help Indonesian cellular operators plan and deploy their 5G network.

Keywords: 5G NR, Atoll, Jababeka Industrial Area, SS-RSRP, SS-SINR

How to Cite: Kirang, A., Hikmaturokhman, A., & Ni'amah, K. (2023). 5G NR Network Planning Analysis using 700 Mhz and 2.3 Ghz Frequency in The Jababeka Industrial Area. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*, 6(2), 403-413.

I. PENDAHULUAN

Frekuensi 700 MHz dan 2,3 GHz merupakan dua frekuensi yang akan menjadi pilihan dalam perencanaan jaringan 5G di Indonesia. Dikutip dari media online CNBC Indonesia bahwa lelang yang dilakukan Kementerian komunikasi dan Informatika (Kemkominfo) kepada para operator yang mengumumkan pemenang lelang untuk frekuensi 2,3 GHz yaitu Telkomsel dan Smartfren dengan komposisi Telkomsel mendapatkan 2 blok dan Smartfren 1 blok. Itu artinya Telkomsel telah memiliki bandwidth sebesar 50 MHz dan Smartfren 40 MHz dan siap dalam mengembangkan jaringan 5G di Indonesia. Frekuensi pilihan yang terbaik untuk mengembangkan jaringan 5G di Indonesia 700 MHz. Dengan adanya pengalihan dari TV analog ke TV digital, Pemerintah telah mengesahkan UU Cipta Kerja yang menyepakati penyiaran televisi wajib menghentikan siaran TV analog paling lambat 2 November 2022. Itu artinya ruang kosong pada frekuensi 700 MHz yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan jaringan 5G kedepannya. Jababeka merupakan salah satu kawasan industri terbesar di Indonesia. Telah berdiri sejak 1989 dengan berbagai fasilitas yang tersedia, dengan luas area 5.600 hektar yang terdiri dari kawasan industri, perumahan dan komersial. Oleh karena itu, penulis memilih kawasan Industri Jababeka sebagai tempat penelitian (PT. Jababeka Tbk, 2019).

Penelitian (Fahira, Hikmaturokhman, & Danisya, 2020) membahas tentang Perencanaan 5G NR berdasarkan cakupan area pada frekuensi mmwave 28 GHz di kawasan Industri pulogadung. Penelitian tersebut, menggunakan 8 skenario, yaitu kondisi uplink dan downlink outdoor-to-outdoor (O2O) dan outdoor-to-indoor (O2I), dalam kondisi line of sight (LOS) dan kondisi non-line of sight (NLOS). Penelitian ini menggunakan jenis propagasi Urban Micro (UMi) yang sesuai dengan standar 3GPP TR 38.901. Nilai pathloss, cell radius dan jumlah site ialah hasil yang, penelitian ini menggunakan software Mentum Planet versi 7.2.1 dalam simulasi dan mendapatkan nilai dari parameter SS-RSRP. Pada hasil simulasi yang didapatkan, bahwa untuk mengakomodasi trafik yang terdapat di kawasan industri Pulogadung, skenario downlink membutuhkan lebih banyak site dari pada skenario uplink, skenario O2O membutuhkan lebih sedikit site dibanding skenario O2I, dan pada kondisi LOS membutuhkan lebih sedikit site dibanding kondisi NLOS.

Penelitian (Ekowibowo & Pamungkas, 2018) yang membahas terkait analisis kandidat pita frekuensi pada teknologi 5G NR yang cocok untuk penerapan di Indonesia berdasarkan kondisi alokasi spektrum frekuensi yang ada. Di Indonesia, pita frekuensi yang tersedia terbagi atas 3 macam, yaitu pada frekuensi rendah yaitu 700 MHz, Frekuensi tengah yaitu band 3,3 GHz sampai 4,2 GHz dan frekuensi tinggi pada band 24 GHz sampai 29,5 GHz. Untuk penerapan awal 5G di Indonesia, frekuensi yang paling cocok adalah band 3,3- 4,2 GHz yang termasuk dalam frekuensi tengah dengan tujuan dapat memenuhi kapasitas yang tinggi serta jangkauan yang lebih lebar.

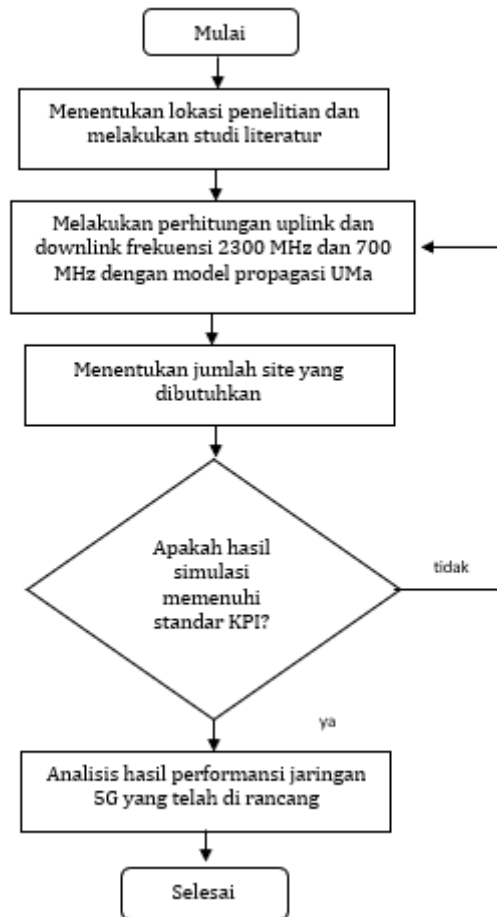
Penelitian (Hutchison Telephone Company Limited, 2019) melakukan uji coba di lingkungan perkotaan Hong Kong pada pita frekuensi 26, 28 GHz dan 3,5 GHz. Dari hasil yang dilakukan, didapatkan bahwa dalam area sekitar 200 meter, kecepatan downlink dari carrier 5G NR pada pita 3,5 GHz (bandwidth 100 MHz). Pilihan arsitektur jaringan Non-Standalone (NSA) berdasarkan rilis 5 standarisasi 3GPP 15, didapatkan bahwa pita 3,5 GHz memiliki rentang cakupan yang lebih baik dari pada pita 28 GHz. Pita 26/28 GHz ini memiliki cakupan kecil karena kehilangan propagation loss dan penetration loss yang tinggi. Untuk pita 26-28 GHz, memiliki kecepatan download yang sangat tinggi baik di lingkungan indoor maupun outdoor.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait perancangan jaringan 5G belum ada penelitian yang menggunakan frekuensi 700 MHz dan 2,3 GHz di kawasan Jababeka dan kondisi NLOS karena di daerah Jababeka termasuk kawasan industri dengan banyak penghalang seperti gedung yang tinggi, maka penelitian ini merancang dan menganalisis peformansi jaringan 5G NR untuk perencanaan coverage dengan melihat jumlah site yang diperlukan pada frekuensi 700 MHz dan 2,3 GHz di kawasan industri Jababeka, dengan parameter SS-RSRP dan SS-SINR pada kondisi NLOS menggunakan software Atoll 3.4. Simulasi perancangan jaringan 5G menggunakan empat skenario, masing-masing skenario dibedakan berdasarkan frekuensi dan arah transmisinya. Perancangan ini diharapkan menjadi gambaran awal untuk melakukan perancangan di daerah Jababeka.

II. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir

Dalam menyelesaikan perancangan, penelitian ini akan melalui beberapa langkah atau proses, proses tersebut dapat dilihat pada diagram alir atau biasa disebut dengan flowchart pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian. Diagram tersebut akan dijelaskan secara detail sebagai berikut:

Pada tahap pertama, yang dilakukan adalah mempelajari makalah, jurnal, dan penelitian lain yang terkait dan terbaru tentang 5G New Radio (NR)

Pada tahap kedua yaitu merencanakan jaringan 5G NR pada frekuensi 2300 MHz dan 700 MHz secara sistematis pada Kawasan Industri Jababeka dengan luas 5.600 ha. Data yang diperlukan untuk klasifikasi meliputi area, lokasi geografis, dan deskripsi lokasi. Hal ini dikarenakan pembagian cakupan area didasarkan pada kepadatan pengguna di dalam area tersebut. Setelah diketahui nilai MAPL uplink dan MAPL downlink menggunakan model propagasi UMa (urban macrocell) yang direkomendasikan di 3GPP 38.901.

Pada tahap ketiga yaitu menentukan nilai radius sel atau cakupan sel sebagai nilai jarak maksimum antara gNodeB dan user terminal (UT). Dengan menggunakan nilai radius sel yang diketahui.

Pada tahap keempat yaitu menghitung area yang tercakup oleh site dan menghitung jumlah site yang dibutuhkan untuk area seluas kawasan industri Jababeka.

Pada tahap kelima adalah melakukan analisis dan simulasi software Atoll versi 3.4. Pada bagian ini diperlukan data peta digital kawasan industri Jababeka, beserta data-data parameter 5G untuk perencanaan Jaringan yang dijelaskan pada tabel 1. Pada bagian ini ditampilkan coverage area dan parameternya sesuai dengan hasil perhitungan link budget.

B. Link budget

Tabel 1 Link budget Untuk Uplink dan Downlink Pada Frequency 2,3 GHz dan 700 MHz

5G NR Link budget					
Comment parameter	2.3 GHz		700MHz		Nota si
	Downlink	Uplink	Downlink	Uplink	
gNodeB Transmitter Power(dBm)	46	26	46	26	A
Resource block	78	78	78	78	B
Subcarrier quantity	936	936	936	936	C
gNodeB antenna gain(dBi)	18	18	15	15	D
gNodeB cable loss(dBi)	0	0	0	0	E
Penetration loss(dB)	18.5	18.5	18.5	18.5	F
Folliage loss(dB)	0	0	0	0	G
Body block loss(dB)	0	3	0	3	H
Interference margin(dB)	7	2	7	2	I
Rain/Ice margin(dB)	0	0	0	0	J
Slow fading margin(dB)	8.79	8.79	8.79	8.79	K
UE antenna gain(dB)	0	0	0	0	L
Bandwidth(MHz)	30	30	30	30	M
Kontanta boltzman (K) (mWs/K)	1.38 x 10-20 mWs/K	1,38 x 10-20 mWs/K	1.38 x 10-20 mWs/K	1,38 x 10-20 mWs/K	N
Temperature(Kelvin)	293	293	293	293	O
Thermal noise power(dBm)	-159.16	-159.16	-159.16	-159.16	P
UT noise figure(dB)	3	7	3	7	Q
Demodulation threshold SINR(dB)	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	R

Dalam coverage planning perlu dilakukan perhitungan link budget yang bertujuan untuk mendapatkan nilai Maximum Allowable Pathloss (MAPL) atau redaman maksimum sinyal yang diterima antara Tx dan Rx pada sisi Downlink dan Uplink. Sesuai dengan Tabel 1, terlebih dahulu mencari nilai Thermal Noise menggunakan persamaan (1) dan Subcarrier Quantity menggunakan persamaan (2), yaitu (3GPP 5G, 2020) :

$$N_{\text{thermal}} = 10 \times \log (K \times T \times B) \quad (1)$$

Keterangan :

N_{thermal} = Thermal Noise

K = Konstanta Boltzmann (1,38 x 10-20 mWs/K)

T = Temperatur (293o K)

Table 2. Resource block

Bandwidth	SCS (KHz)		
	15 (KHz)	30 (KHz)	60 (KHz)
5 (MHz)	25	11	-
10 (MHz)	52	24	11

Bandwidth	SCS (KHz)		
	15 (KHz)	30 (KHz)	60 (KHz)
15 (MHz)	79	38	18
20 (MHz)	106	51	24
25 (MHz)	133	65	31
30 (MHz)	160	78	38
40 (MHz)	216	106	51

$$Scq = RB \times SRB \quad (2)$$

Keterangan :

Scq = Subcarrier quantity

RB = Resource Block

SRB = Subcarrier per Resource Block

Perhitungan nilai Pathloss menggunakan persamaan (3) :

$$\text{Pathloss (dBm)} = \text{gNodeB transmit power (dBm)} - 10 \log_{10}(\text{subcarrier quantity}) + \text{gNodeB antenna gain (dBi)} - \text{gNodeB cable loss (dB)} - \text{penetration loss (dB)} - \text{foliage loss (dB)} - \text{body block loss (dB)} - \text{interference margin (dB)} - \text{rain/ice margin (dB)} - \text{slow fading margin (dB)} + \text{UT antenna gain (dB)} - \text{thermal noise figure (dBm)} - \text{UT noise figure (dB)} - \text{demodulation threshold SINR (dB)} \quad (3)$$

Selanjutnya, untuk kasus *Non line of sight* (NLOS) dengan model propagasi UMa menggunakan persamaan (4), yaitu (3GPP 5G, 2020) :

$$161,04 - 7,1 \text{LOG}_{10}(W) + 7,5 \text{LOG}_{10}(h) - (24,37(h/Hbs)^2) \log_{10}(Hbs) + (43,42 - 3,1 \text{LOG}_{10}(Hbs))(\text{LOG}_{10}(D3D) - 3) + 20 \text{LOG}_{10}(fc) - (3,2(\text{LOG}_{10}(17,625))^2 - 4,97) - 0,6(Hut - 1,5)(4)$$

Keterangan :

PL = nilai pathloss (dBm)

d3D = resultant dari hBS dan hUT(m)

W = street width (m)

Fc = frekuensi (GHz)

hBS = height of gNB (m)

hUT = height UT (m)

h = the average height of the building (m)

Perhitungan nilai d2D atau radius sel menggunakan persamaan (5) (3GPP 5G, 2020), yaitu :

$$d2D = \sqrt{((d3D)^2 - (hBS - hUT)^2)} \quad (5)$$

Perhitungan coverage area satu site menggunakan persamaan (6), yaitu :

$$CA = 2,6 \times d^2 \quad (6)$$

Selanjutnya untuk mengetahui berapa banyak site yang dibutuhkan dalam suatu area, digunakan persamaan (7) (3GPP 5G, 2020), yaitu :

$$NgNodeB = \frac{\ell_{Area}}{CA} \quad (7)$$

Keterangan :

ℓ_{Area} = Total luas area (m2)

CA = Coverage Area dari gNodeB (m2)

C. Parameter SS-RSRP dan SS-SINR

Synchronization signal-reference signal received power (SS-RSRP) adalah parameter untuk mengukur kekuatan sinyal. Dimana User terminal (UT) mengukur kekuatan sinyal yang diterima pada Secondary Synchronization Signal (SSS) untuk setiap cell transmitter terdekat (Bakhtiar wibisono, 2021).

Tabel 3 Legenda SS-RSRP (Techplayon, 2019)

SS-RSRP (dBm)	Legend	Keterangan
< -120		Sangat buruk
-120 s/d -110		Buruk

SS-RSRP (dBm)	Legend	Keterangan
-110 s/d -95		Cukup
-95 s/d -75		Baik
-75 s/d -65		Sangat Baik
-65 s/d - 0		Excellent

SINR adalah perhitungan untuk menentukan kualitas sinyal frekuensi. RSRP dan SINR minimum yang sesuai tergantung pada bandwidth frekuensi (Bakhtiar wibisono, 2021).

Tabel 4 Legenda SS-SINR (Techplayon, 2019)

SINR (dB)	Legend	Keterangan
<0		Sangat buruk
0 s/d 5		Buruk
5 s/d 10		Cukup
10 s/d 20		Baik
20 s/d 30		Sangat Baik
>30		Excellent

D. Skenario Penelitian

Skenario 1 : Analisis unjuk kerja parameter SS-RSRP dan SS-SINR pada frekuensi 2,3 GHz, dengan jumlah *site* berdasarkan kalkulasi dari *Downlink Link budget*

Skenario 2 : Analisis unjuk kerja parameter SS-RSRP dan SS-SINR pada frekuensi 2,3 GHz, dengan Jumlah *site* berdasarkan kalkulasi dari *Uplink Link budget*

Skenario 3 : Analisis unjuk kerja parameter SS-RSRP dan SINR pada frekuensi 700 MHz, dengan jumlah *site* berdasarkan kalkulasi dari *Downlink Link budget*

Skenario 4 : Analisis unjuk kerja parameter SS-RSRP dan SINR pada frekuensi 700 MHz, dengan Jumlah *site* berdasarkan kalkulasi dari *Uplink Link budget*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

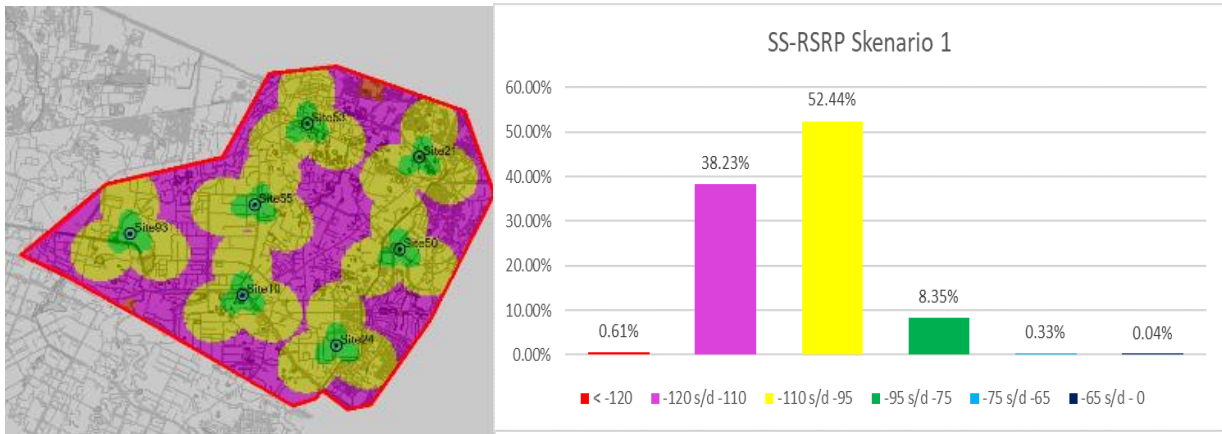
Tabel 5 merupakan hasil perhitungan link budget untuk masing-masing skenario. Hasil perencanaan coverage planning 5G di kawasan industri Jababeka dengan luas 56 km² yang telah disimulasikan pada software Atoll 3.4. Gambar 2 merupakan hasil performansi jaringan 5G pada skenario 1.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Link budget*

Comment Parameter	Hasil Perhitungan <i>Link budget</i>			
	UPLINK FREQ 2,3 GHz	DONWLINK FREQ 2,3	UPLINK FREQ 700	DONWLINK FREQ 700
Pathloss (dBm)	135,26	157,26	132,26	154,25
W (m)	20	20	20	20
hUT (m)	1,5	1,5	1,5	1,5
hBS (m)	25	25	25	25
H (h)	20	20	20	20
D3d (m)	479,48	1752,36	738,53	2699,12
D2d (m)	478,90	1752,20	738,15	2699,02
Coverage Area (m ²)	596298,47	7982551,47	1416666,81	18940280,20
gNodeB	94	7	40	3

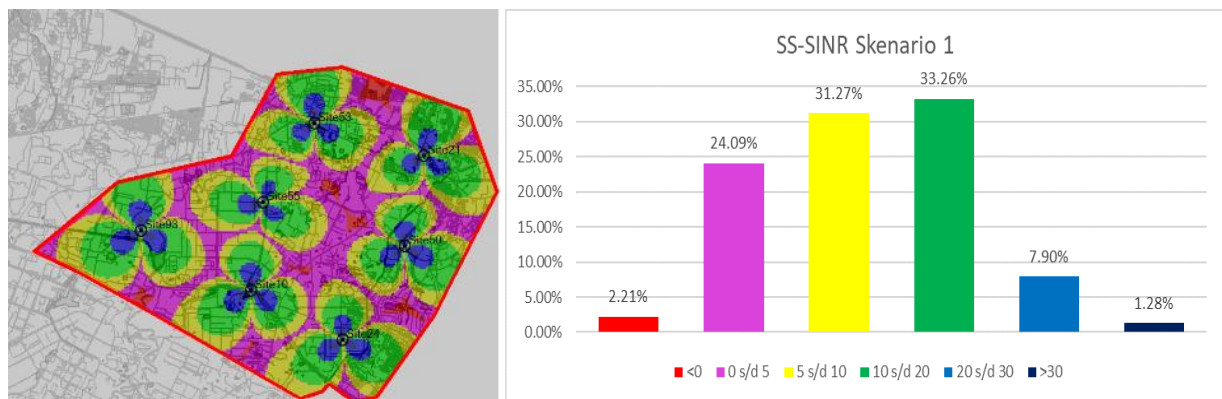
Gambar 2 (a) merupakan hasil parameter SS-RSRP sesuai dengan perhitungan tabel link budget untuk downlink 2,3 GHz menggunakan 7 site. Gambar 2 (b) menunjukkan bahwa 0,04% area dapat dicakup dengan level SS-RSRP “excellent”, yaitu pada level -65 hingga 0 dBm. 0,33% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-RSRP “Sangat Baik”, yaitu pada level -75 hingga -65 dBm. 8,35% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-RSRP yang “baik”, yaitu pada level -95 hingga -75 dBm. 52,44% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-RSRP yang “cukup”, yaitu pada level -110 hingga -95 dBm.

38,23% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-RSRP yang “buruk”, yaitu pada level -120 hingga -110 dBm. 0,61% area dapat dicakup dengan level SS-RSRP “sangat buruk” pada <-120 dBm.



(a)

(b)



(c)

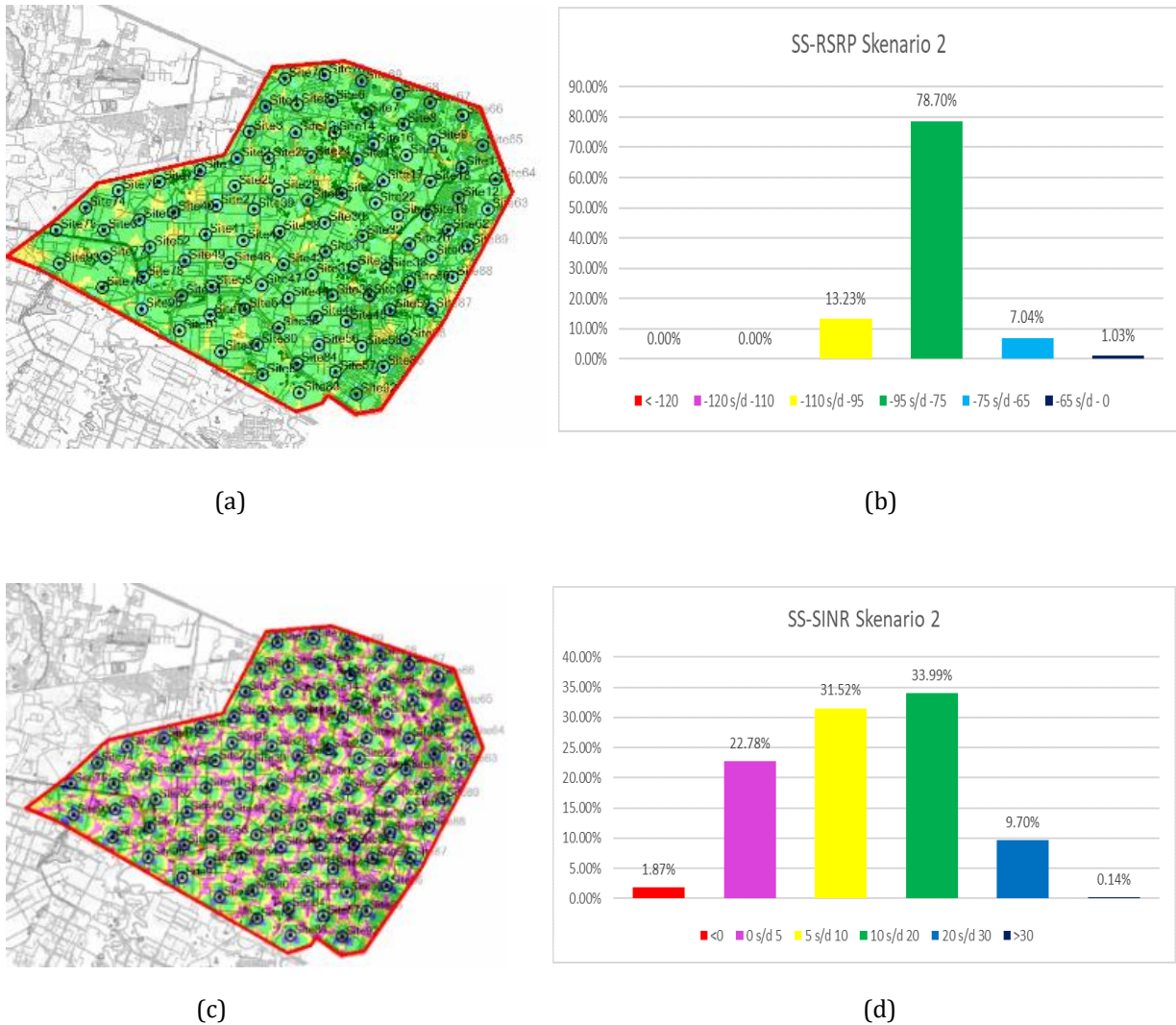
(d)

Gambar 2 Hasil performasi Skenario 1 (a) Parameter SS-RSRP (b) Histogram SS-RSRP (c) Parameter SS-SINR (d) Histogram SS-SINR

Pada Gambar 2 (c) merupakan hasil parameter SS-SINR pada skenario 1, sesuai dengan perhitungan tabel link budget untuk downlink 2,3 GHz menggunakan 7 site. Gambar 5 menunjukkan bahwa 1,28% area dapat dicakup oleh level SS-SINR “excellent”, yaitu pada level > 30 dBm. 7,90% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “sangat baik”, yaitu pada level 20 hingga 30 dBm. 33,26% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “baik”, yaitu pada level 10 hingga 20 dBm. 31,27% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “cukup” yaitu pada level 5 sampai 10 dBm. 24,09% area dapat diliputi dengan level SS-SINR yang “buruk”, yaitu pada level 0 hingga 5 dBm. 2,21% area dapat dicakup dengan tingkat SS-SINR “sangat buruk” pada <0 dBm.

Gambar 3 merupakan performansi pada skenario 2. Gambar 3 (a) hasil parameter SS-RSRP, sesuai dengan perhitungan tabel link budget untuk downlink 2,3 GHz menggunakan 40 site. Gambar 3 (b) merupakan hasil parameter SS-SINR pada skenario 1, sesuai dengan perhitungan tabel link budget untuk downlink 2,3 GHz menggunakan 94 site. Gambar 3 (c) menunjukkan bahwa 0,14% area dapat dicakup dengan level SS-SINR “excellent”, yaitu > 30 dBm. 9,70% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR

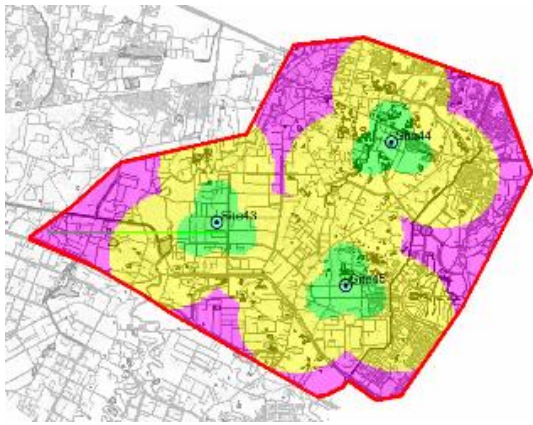
yang “sangat baik”, yaitu pada level 20 hingga 30 dBm. 33,99% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “baik”, yaitu pada level 10 hingga 20 dBm. 31,52% area dapat dicakup dengan level SS-SINR “Cukup” yaitu pada level 5 sampai 10 dBm. 22,78% dari area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “buruk”, yaitu pada level 0 hingga 5 dBm. 1,87% area dapat dicakup dengan level SS-SINR “sangat buruk” pada <0 dBm.



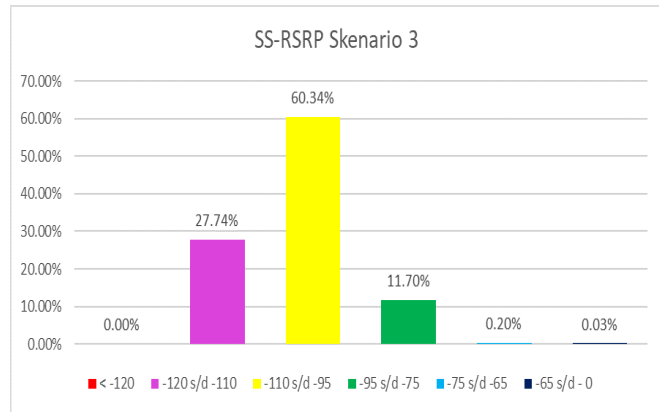
Gambar 3. Hasil performansi Skenario 2 (a) Parameter SS-RSRP (b) Histogram SS-RSRP (c) Parameter SS-SINR (d) Histogram SS-SINR

Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi untuk performansi jaringan 5G skenario 3. Gambar 4 (a) menunjukkan bahwa 0,14% area dapat dicakup dengan level SS-SINR “excellent”, yaitu > 30 dBm. 9,70% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “sangat baik”, yaitu pada level 20 hingga 30 dBm. 33,99% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “baik”, yaitu pada level 10 hingga 20 dBm. 31,52% area dapat dicakup dengan level SS-SINR “Cukup” yaitu pada level 5 sampai 10 dBm. 22,78% dari area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “buruk”, yaitu pada level 0 hingga 5 dBm. 1,87% area dapat dicakup dengan level SS-SINR “sangat buruk” pada <0 dBm.

Gambar 4 (b) menunjukkan bahwa 0,03% area dapat dicakup dengan level SS-RSRP “excellent”, yaitu pada level -65 hingga 0 dBm. 0,20% area dapat dicakup dengan tingkat SS-RSRP “sangat baik” dari -75 hingga -65 dBm. 11,70% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-RSRP yang “baik”, yaitu pada level -95 hingga -75 dBm. 60,34% wilayah dapat dicakup dengan level SS-RSRP yang “cukup”, yaitu pada level -110 hingga -95 dBm. 27,74% wilayah dapat dicakup dengan level SS-RSRP yang “buruk”, yaitu pada level -120 hingga -110 dBm. Dan tidak ada kekuatan jaringan pada tingkat “sangat buruk”.



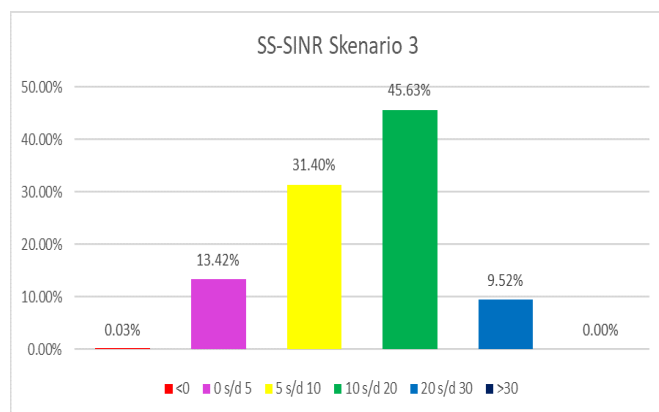
(a)



(b)



(c)

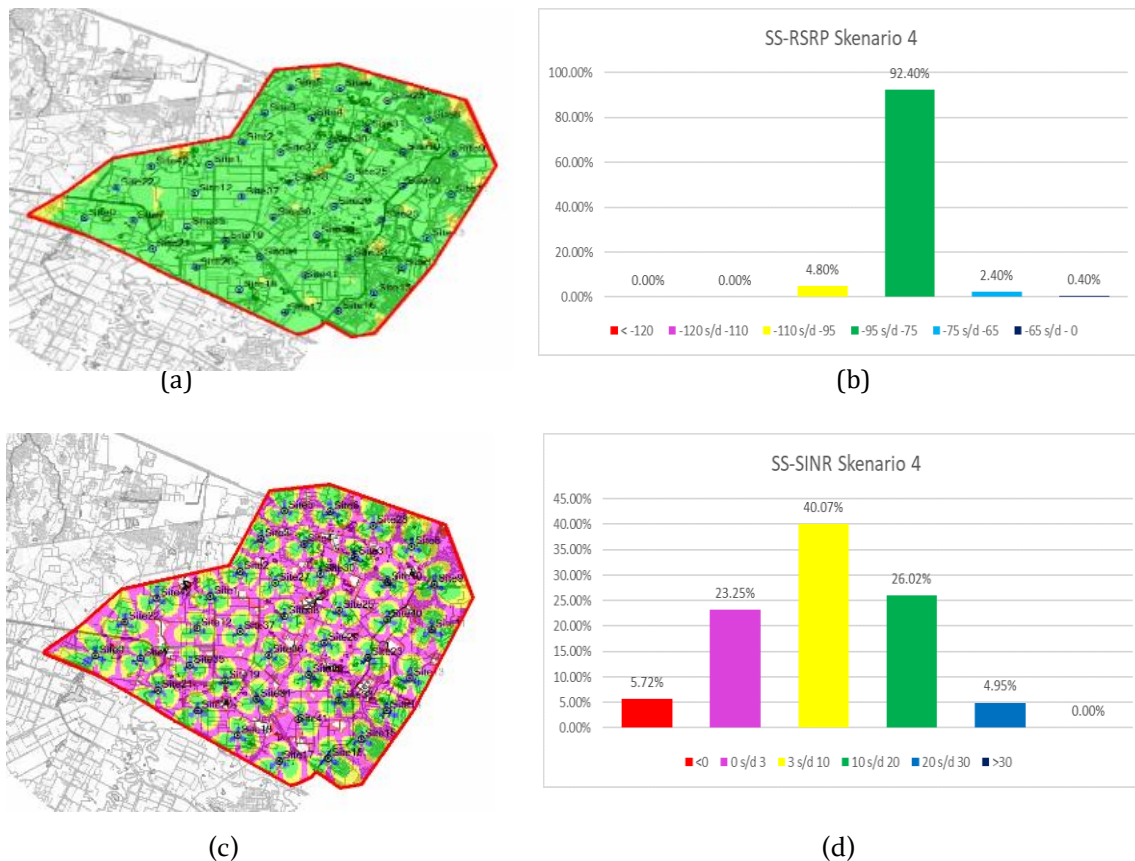


(d)

Gambar 4. Hasil performansi Skenario 3 (a) Parameter SS-RSRP (b) Histogram SS-RSRP (c) Parameter SS-SINR (d) Histogram SS-SINR

Gambar 4 merupakan hasil simulasi skenario 3 performansi jaringan 5G parameter SS-RSRP pada skenario 3, sesuai dengan perhitungan tabel link budget untuk downlink 2,3 GHz menggunakan 3 site. Gambar 12 merupakan hasil parameter SS-RSRP pada skenario 3, sesuai dengan perhitungan tabel link budget untuk downlink 2,3 GHz menggunakan 3 site. menunjukkan bahwa tidak ada area yang dapat dicakup oleh level SS-SINR yang "excellent", yaitu pada level > 30 dBm. 9,52% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang "sangat baik", yaitu pada level 20 hingga 30 dBm. 45,63% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang "baik", yaitu pada level 10 hingga 20 dBm. 31,40% area dapat dicakup dengan level SS-SINR yang "cukup", yaitu pada level 5 hingga 10 dBm. 13,42% dari area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang "buruk", yaitu pada level 0 hingga 5 dBm. Dan 0,03% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang "sangat buruk" yaitu pada level <0 dBm.

Gambar 6 merupakan hasil simulasi skenario 4 pada jaringan 5G, dimana pada gambar 6 (a) merupakan hasil parameter SS-RSRP pada skenario 4, sesuai dengan perhitungan tabel link budget untuk downlink 2,3 GHz menggunakan 40 site dan gambar (b) menunjukkan hasil histogram dari RSRP pada skenario 4 dimanasebesar 92,40% mendapatkan kuat sinyal sebesar -95 s/d -75 dBm yang menunjukkan kuat sinyal di daerah tersebut sudah cukup bagus, 0,40% area dapat dicakup dengan level SS-RSRP yang "excellent", yaitu pada level -65 hingga 0 dBm. 2,40% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-RSRP "sangat baik", yaitu pada level -75 hingga -65 dBm. 92,40% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-RSRP yang "baik", yaitu pada level -95 hingga -75 dBm. 4,80% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-RSRP "normal", yaitu pada level -110 hingga -95 dBm. Dan tidak ada kekuatan sinyal yang berada pada nilai "sangat buruk"



Gambar 5. Hasil performasi Skenario 4 (a) Parameter SS-RSRP (b) Histogram SS-RSRP (c) Parameter SS-SINR (d) Histogram SS-SINR

Gambar 5 (c) dan (d) menunjukkan bahwa tidak ada area yang dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “excellent”, yaitu pada level > 30 dBm. 4,95% wilayah tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “sangat baik”, yaitu pada level 20 sampai dengan 30 dBm. 26,02% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “baik”, yaitu pada level 10 hingga 20 dBm. 40,07% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “cukup”, yaitu pada level 5 sampai 10 dBm. 23,25% area tersebut dapat dicakup dengan level SS-SINR yang “buruk”, yaitu pada level 0 hingga 5 dBm. 5,72% wilayah dapat dicakup dengan tingkat SS-SINR yang “sangat buruk”.

Perancangan yang dilakukan pada penelitian ini hanya berdasarkan cakupan (coverage) area di Kawasan Industri Jababeka dengan menggunakan frekuensi 700 MHz dan 2,3 GHz. Hasil dari perhitungan link budget pada perancangan ini dengan luas wilayah Jababeka 5600 hektare membutuhkan 97 site untuk arah uplink dan 7 site dari arah downlink dengan total jumlah site sebanyak 107 site jika menggunakan frekuensi 2,3 GHz, sedangkan jika menggunakan frekuensi 700 MHz membutuhkan site yang lebih sedikit yaitu 43 site untuk arah uplink dan 3 site untuk arah downlink dengan total site sebanyak 46 site. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan frekuensi yang lebih tinggi membutuhkan site yang lebih banyak, sehingga dari sisi coverage lebih cocok menggunakan frekuensi yang rendah.

Hasil simulasi dari keseluruhan skenario yang diterapkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada skenario 2 dan 4 arah uplink mendapatkan kuat sinyal yang lebih bagus dibandingkan dengan skenario arah downlink yaitu sebesar 100% area Jababeka mendapatkan kuat sinyal dengan kategori bagus. Untuk hasil performansi kualitas sinyal jika dibandingkan dengan skenario yang lain maka yang paling bagus pada skenario 3 menggunakan frekuensi 700 MHz arah downlink yaitu 85,30% area Jababeka mendapatkan kualitas sinyal dengan kategori bagus.

IV. SIMPULAN

Coverage Planning 5G NR yang dilakukan dengan perhitungan link budget untuk memperoleh nilai MAPL yang dibutuhkan. Pada frekuensi 2,3 GHz pada kondisi uplink memperoleh nilai 135,26 dB dan pada kondisi downlink memperoleh 157,26 dB. Sedangkan pada frekuensi 700 MHz pada kondisi uplink

memperoleh nilai 132,26 dB dan pada kondisi downlink 154,26 dB. Frekuensi 2,3 GHz kondisi uplink membutuhkan 94 site dan pada downlink dibutuhkan 7 site. Frekuensi 700 MHz pada kondisi uplink dibutuhkan 43 site dan downlink membutuhkan 3 site. Hasil simulasi pada software Atoll 3.4, Pada skenario 1 parameter SS-RSRP memperoleh kekuatan sinyal yang baik sebanyak 54,29% dari total wilayah penelitian dan pada parameter SS-SINR memperoleh kualitas sinyal yang baik sebanyak 39,56%. Pada skenario 2 memperoleh kekuatan sinyal yang baik sebanyak 56,56%, dan pada parameter SS-SINR memperoleh kualitas sinyal yang baik sebanyak 32,14%. Pada skenario 3 parameter SS-RSRP didapatkan memperoleh kekuatan sinyal yang baik sebanyak 53,09%, dan pada parameter SS-SINR memperoleh kualitas sinyal yang baik sebanyak 44,57%. Pada skenario 4 parameter SS-RSRP memperoleh kekuatan sinyal yang baik sebanyak 56,01%, dan pada parameter SS-SINR memperoleh kualitas sinyal yang baik sebanyak 26,6%. Temuan utama berdasarkan hasil perhitungan link budget dan simulasi, dengan perbandingan jumlah site yang dibutuhkan dan hasil simulasi dengan parameter SS-RSRP dan SS-SINR yaitu frekuensi 700 MHz lebih baik dibanding 2,3 GHz, karena nilai SS-RSRP dan SS-SINR bernilai lebih besar. Peneliti berharap, hasil penelitian ini dapat memberikan masukan-masukan terhadap operator seluler di Indonesia, dalam melakukan perencanaan dan Implementasi pada saat pengelaran Jaringan 5G di Indonesia dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- (VNP/AF/Tim Komunikasi dan Edukasi Publik Migrasi TV Digital, K. (2022, January 8). *Catat! Mulai April 2022 Siaran TV Dimatikan*. (Kementerian Komunikasi dan Informasi Republik Indonesia) Retrieved Agustus 15, 2022, from <https://siarandigital.kominfo.go.id/berita/catat-mulai-april-2022-siaran-tv-dimatikan>
- 3GPP 5G. (2020). *5G; Study on channel model for frequencies from 0.5 to 100 GHz ; (3GPP TR 38.901 version 16.1.0 Release 16)*. 3GPP.
- Aksah, B. S. (2017). "Studi Kasus Perebutan Frekuensi 3600-4200MHz Antara Fixed Satellite Service Dan International Mobile Telecommunication Dengan Pendekatan Regulatory Impact Analysis. *J. Telekomun. dan Komput*, 7.
- Anwar, K. (2018). Basic Coding Theory for 5G Technology and Research Opportunities. . *BESTrip at Telkom University*.
- Bakhtiar wibisono, S. L. (2021). *COVERAGE PLANNING 5G NEW RADIO PADA FREKUENSI 2.3 GHZ DENGAN SKEMA OUTDOOR-TO-OUTDOOR LINE OF SIGHT DI KOTA SEMARANG. COVERAGE PLANNING 5G NEW RADIO PADA FREKUENSI 2.3 GHZ DENGAN SKEMA OUTDOOR-TO-OUTDOOR LINE OF SIGHT DI KOTA SEMARANG*.
- Ekowibowo, S. A., & Pamungkas, M. P. (2018). Analysis of 5G Band Candidates for Initial Deployment in Indonesia. *Analysis of 5G Band Candidates for Initial Deployment in Indonesia*.
- Fahira, G., Hikmaturokhman, A., & Danisya, R. A. (2020). 5G NR Planning at mmWave Frequency : Study Case in Indonesia Industrial Area. *IEEE*.
- Amanaf, M. A., Hikmaturokhman, A., & Septian, A. F. (2020). Calibrating the Standard Propagation Model (SPM) for Suburban Environments Using 4G LTE Field Measurement Study Case in Indonesia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 982, No. 1, p. 012029). IOP Publishing. Huawei Techno Co. (2018).
- 5G *Link budget* Best Partner for Innovation. Hutchison Telephone Company Limited. (2019). Test Report For Trial of 5G Base Station and User Equipment operating at 3.5 GHz band. 1-9.
- Nasional Single Window for Investment (NSWI) Organized by BKPM. (2018). *Pengertian Kawasan Khusus*. (Nasional Single Window for Investment (NSWI)) Retrieved Juni 20, 2021, from <https://nswi.bkpm.go.id/panduan/content/Kawasan-Khusus>
- PT. Jababeka Tbk. (2019). *Tentang Kami*. (Jababeka & Co) Retrieved Agustus 8, 2022, from <https://www.jababeka.com/id/tentang-kami/>
- Roy, C. I. (2022, January 1). *Ingat! TV Analog Dimatikan Tahun Ini, Cek Jadwalnya di Sini!* (CNBC Indonesia) Retrieved Agustus 15, 2022, from <https://www.cnbcindonesia.com/tech/20220101130341-37-303754/ingat-tv-analog-dimatikan-tahun-ini-cek-jadwalnya-di-sini>
- Techplayon. (2019, April 24). *5G NR Resource Block Definition and RBs Calculation*. (Techplayon.com) Retrieved Agustus 15, 2022, from <https://www.techplayon.com/nr-resource-block-definition-and-rbs-calculation/>
- Teral, S. (2019). 5G Best choice architecture . *IHS Markit*, 4-5.