

Aplikasi *Android* Berbasis *Root* Untuk Penguncian EARFCN dan PCI pada Jaringan LTE

Muhammad Surahmanto^{*1}, Muhammad Yusuf², Tirta Romadhon Cipta Saputra³

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sorong

E-mail: ^{*1}surahmanto@um-sorong.ac.id, ²yusuf@um-sorong.ac.id, ³azkatirta93@gmail.com

Abstrak

Penguncian parameter radio pada jaringan Long Term Evolution (LTE), khususnya Physical Cell Identity (PCI) dan E-UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number (EARFCN), umumnya dilakukan menggunakan perangkat modem khusus atau perangkat lunak berlisensi. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi aplikasi berbasis Android yang mampu melakukan lock PCI dan EARFCN langsung dari sisi perangkat pengguna dengan memanfaatkan akses root untuk memperoleh kendali tingkat lanjut terhadap antarmuka modem. Sistem dikembangkan untuk memengaruhi proses seleksi sel sehingga koneksi perangkat dapat diarahkan ke sel target sesuai parameter yang ditentukan. Tahapan penelitian meliputi perencanaan kebutuhan sistem, perancangan alur kerja aplikasi, pembuatan, serta pengujian melalui beberapa skenario sebelum dan sesudah proses lock diterapkan. Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan sel yang terlayani setelah mekanisme lock dijalankan, yang ditandai oleh pergantian PCI aktif, perubahan frekuensi pada salah satu skenario, serta variasi estimasi jarak berdasarkan nilai Timing Advance (TA). Temuan ini membuktikan bahwa aplikasi yang dikembangkan mampu melakukan penguncian parameter radio pada perangkat Android yang telah di-root dan memberikan pengaruh nyata terhadap proses koneksi radio tanpa memerlukan perangkat modem tambahan atau perangkat lunak komersial berlisensi.

Kata kunci : LTE, PCI, EARFCN, Android

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan seluler *Long Term Evolution* (LTE) menuntut kualitas koneksi yang stabil dan optimal untuk mendukung kebutuhan komunikasi data yang semakin meningkat [1]. Dalam jaringan LTE, parameter radio seperti *Physical Cell Identity* (PCI) dan frekuensi (band/EARFCN) memiliki peran penting dalam menentukan kualitas layanan, termasuk kekuatan sinyal, tingkat interferensi, dan stabilitas koneksi. Pengelolaan parameter-parameter tersebut umumnya dilakukan pada level operator atau melalui sistem dan perangkat khusus yang memiliki akses mendalam terhadap konfigurasi jaringan [2].

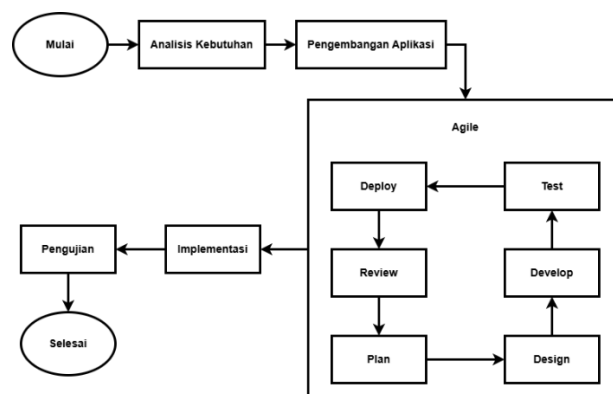
Pada sisi pengguna, sering ditemui kondisi di mana perangkat berpindah sel atau frekuensi secara dinamis meskipun kualitas sinyal pada sel tertentu lebih optimal [3]. Untuk mengatasi kondisi tersebut, penguncian PCI dan frekuensi menjadi solusi yang relevan dalam kegiatan optimasi jaringan, pengujian kualitas layanan, dan *troubleshooting*. Saat ini, solusi yang banyak digunakan di industri adalah menggunakan perangkat keras khusus atau modem yang mendukung fitur penguncian jaringan, seperti Huawei E3372, Orbit Pro HKM 281, Huawei B310, LT4220, dan Dell DW5821 [4]. Perangkat-perangkat tersebut mampu melakukan penguncian *band* maupun parameter jaringan tertentu, namun memiliki keterbatasan dari sisi ketersediaan perangkat, kebutuhan konfigurasi tambahan, serta biaya pengadaan yang relatif tinggi bagi pengguna individu maupun peneliti.

Selain menggunakan perangkat keras khusus, optimasi jaringan LTE juga dapat dilakukan dengan bantuan perangkat lunak profesional seperti *TEMS Pocket* yang berjalan pada perangkat tertentu [5]. Perangkat lunak ini menyediakan fitur analisis jaringan serta penguncian frekuensi band, namun penggunaannya masih terbatas pada frekuensi dan belum mendukung penguncian hingga level PCI. Selain itu, penggunaan *TEMS Pocket* memerlukan lisensi resmi, proses administrasi yang kompleks, serta perangkat yang kompatibel, sehingga aksesnya menjadi terbatas bagi mahasiswa, peneliti, maupun praktisi independen [6].

Pendekatan berbasis aplikasi *Android* memiliki potensi sebagai alternatif yang lebih fleksibel dan mudah diakses. Aplikasi yang berjalan pada perangkat *Android* dengan akses *root* memungkinkan pengendalian parameter radio seperti EARFCN dan PCI tanpa memerlukan perangkat keras tambahan maupun lisensi perangkat lunak komersial. Pendekatan ini dapat mengurangi ketergantungan terhadap alat profesional yang mahal serta memudahkan pengguna dalam melakukan pengujian dan observasi jaringan secara langsung melalui *smartphone*. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pembuatan aplikasi *Android* berbasis akses *root* untuk penguncian EARFCN dan PCI pada jaringan LTE, sehingga perangkat dapat mempertahankan koneksi pada sel dan frekuensi tertentu. Dengan demikian, proses pengujian dan analisis jaringan LTE dapat dilakukan secara lebih terarah dan terkontrol tanpa bergantung pada perangkat tambahan atau lisensi perangkat lunak komersial.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah aplikasi *Android* berbasis akses *root* yang digunakan untuk melakukan penguncian parameter EARFCN dan *Physical Cell Identity* (PCI) pada jaringan LTE. Aplikasi ini dilatarbelakangi oleh kondisi di sisi pengguna, di mana perangkat *Android* dapat berpindah sel atau frekuensi secara dinamis meskipun kualitas sinyal pada sel tertentu lebih optimal. Sementara itu, solusi penguncian yang tersedia saat ini umumnya masih bergantung pada perangkat keras khusus atau perangkat lunak profesional berlisensi yang memiliki keterbatasan dari segi ketersediaan, fleksibilitas, dan biaya. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada optimasi perangkat dari sisi pengguna melalui pendekatan perangkat lunak yang lebih mudah diakses.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1. Analisis Kebutuhan

Dalam pembuatan aplikasi ini, diperlukan beberapa kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras, dengan rincian sebagai berikut:

- 1) Kebutuhan *Software*
 - a. Sistem Operasi *Windows*
 - b. *Android Studio* sebagai IDE
 - c. Bahasa pemrograman Java, C++, XML

- d. *Android SDK* dan *Android Debug Bridge (ADB)*
 - e. *Netmonster* untuk monitoring parameter jaringan LTE.
- 2) Kebutuhan *Hardware*
- a. Laptop atau PC untuk proses pembuatan
 - b. Perangkat *Android Chipset Qualcomm Snapdragon* dengan akses *root*
 - c. Kartu SIM Telkomsel LTE

Pada penelitian ini, perangkat *Android* yang digunakan sebagai perangkat uji adalah *Redmi Note 5 Pro*. Perangkat ini dipilih karena menggunakan *chipset Qualcomm Snapdragon 636* yang dilengkapi modem *Qualcomm X12 LTE*, sehingga mendukung akses ke antarmuka modem seperti *Radio Interface Layer (RIL)* dan *Qualcomm DIAG* yang diperlukan untuk pengiriman perintah konfigurasi jaringan [7]. Selain itu, perangkat ini mudah mendapatkan akses *root* serta memiliki spesifikasi yang cukup untuk menjalankan aplikasi *monitoring* jaringan dan eksekusi perintah sistem secara *real-time*. Dengan dukungan tersebut, *Redmi Note 5 Pro* dinilai mampu mendukung proses pengujian mekanisme penguncian parameter *EARFCN* dan *Physical Cell Identity (PCI)* pada jaringan LTE.

2.2. Mekanisme Sistem

Cara kerja sistem diawali dengan pengguna menjalankan aplikasi *Android* yang telah dikembangkan pada perangkat berbasis *root*. Pengguna kemudian memilih parameter jaringan LTE yang akan dikunci, yaitu nilai *EARFCN* dan *PCI*, melalui antarmuka aplikasi. Aplikasi selanjutnya mengeksekusi perintah sistem berbasis *root* untuk mengatur konfigurasi modem LTE agar perangkat tetap terhubung pada sel dan frekuensi yang telah ditentukan.

Setelah proses penguncian dilakukan, perangkat akan mempertahankan koneksi pada *EARFCN* dan *PCI* yang telah dikonfigurasi tanpa melakukan perpindahan sel secara otomatis. Pengujian sistem dilakukan dengan mengamati perubahan parameter radio sebelum dan sesudah proses penguncian guna membuktikan bahwa mekanisme penguncian berjalan sesuai dengan perancangan.

2.3. Pembuatan Aplikasi

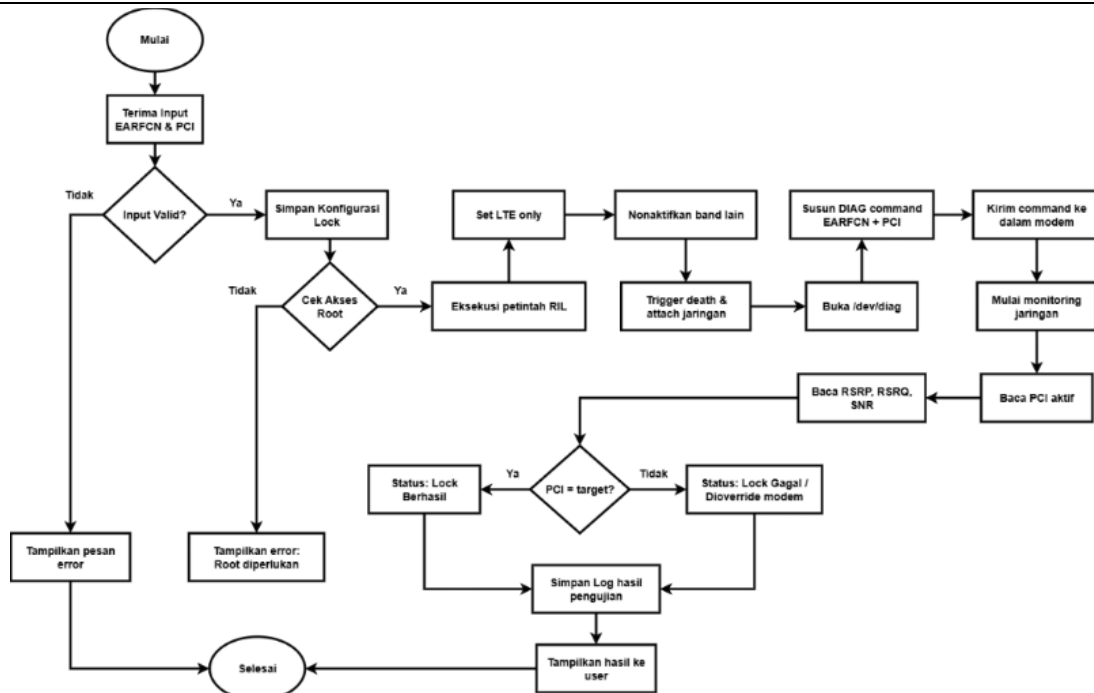
Pembuatan aplikasi ini menggunakan metode *Agile* agar prosesnya lebih fleksibel dan bertahap. Fitur dibuat sedikit demi sedikit melalui siklus *planning, design, development, testing, deployment*, dan *review*, sehingga perbaikan bisa cepat dilakukan dan aplikasi lebih sesuai dengan kebutuhan penelitian [8].

a. Planning

Pada tahap ini dilakukan identifikasi dan analisis kebutuhan sistem yang akan dikembangkan [9]. Proses perencanaan meliputi penentuan tujuan aplikasi, yaitu menyediakan mekanisme penguncian preferensi sel LTE (*EARFCN* dan *PCI*) pada perangkat *Android* berbasis *chipset Qualcomm Snapdragon* untuk keperluan pengujian jaringan. Selain itu, dianalisis kebutuhan fungsional seperti fitur input parameter *lock*, monitoring *RSRP/RSRQ/SNR*, serta pencatatan log hasil pengujian. Kebutuhan non-fungsional juga diperhatikan, seperti kebutuhan akses *root*, kompatibilitas perangkat, serta stabilitas sistem saat berinteraksi dengan modem melalui antarmuka *DIAG* dan *RIL*.

b. Design

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun arsitektur sistem aplikasi yang terdiri dari antarmuka pengguna (UI), modul kontrol *RIL*, modul *DIAG Command Engine*, serta modul monitoring jaringan [10]. Pada tahap ini juga dibuat diagram pendukung seperti *flowchart* untuk menggambarkan alur kerja sistem, mulai dari input parameter oleh pengguna hingga proses pengiriman perintah ke modem dan pembacaan respons jaringan. Desain ini bertujuan memastikan integrasi antara lapisan aplikasi *Android* dan subsistem modem dapat berjalan sesuai skenario *soft lock*.



Gambar 2. Flowchart Sistem

c. Development

Tahap *development* merupakan proses implementasi desain ke dalam bentuk aplikasi nyata. Aplikasi dikembangkan pada platform *Android* menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai dengan IDE yang digunakan [11]. IDE yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Android Studio* dan bahasa pemrograman seperti *java*, *c++*, dan *xml* sebagai UI [12] [13] [14]. Pada tahap ini dibangun modul eksekusi perintah *root*, manipulasi *Radio Interface Layer* (RIL), serta modul pengiriman perintah melalui antarmuka *Qualcomm DIAG* [15]. Selain itu, dikembangkan fitur *monitoring* parameter jaringan secara *real-time* dan sistem pencatatan log hasil pengujian. Pengembangan dilakukan secara bertahap sesuai prinsip *Agile*, sehingga setiap modul dapat diuji dan disempurnakan secara berkelanjutan.

d. Testing

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan setiap fungsi sistem berjalan sesuai perancangan. Pengujian meliputi uji fungsionalitas input parameter *lock*, keberhasilan eksekusi perintah RIL dan DIAG, serta akurasi pembacaan parameter jaringan seperti PCI aktif, RSRP, RSRQ, SNR. Selain itu, dilakukan pengujian pada skenario nyata untuk mengamati apakah mekanisme penguncian bersifat stabil atau mengalami *override* oleh modem. Tahap ini juga bertujuan mengidentifikasi *bug*, kegagalan eksekusi perintah, serta dampak sistem terhadap kestabilan koneksi perangkat [16].

e. Deployment

Setelah sistem dinyatakan berjalan dengan baik, aplikasi diimplementasikan pada perangkat uji yang digunakan dalam penelitian. Pada tahap *deployment* dilakukan instalasi aplikasi pada perangkat *Android* yang telah memenuhi syarat, konfigurasi awal, serta persiapan lingkungan pengujian jaringan LTE [17].

f. Review

Tahap *review* dilakukan setelah sistem digunakan dalam pengujian lapangan. Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap kinerja keberhasilan aplikasi dalam menjalankan mekanisme *soft lock*, serta kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian. Masukan dari hasil pengujian digunakan untuk melakukan perbaikan atau penyempurnaan sistem pada perbaikan berikutnya [18].

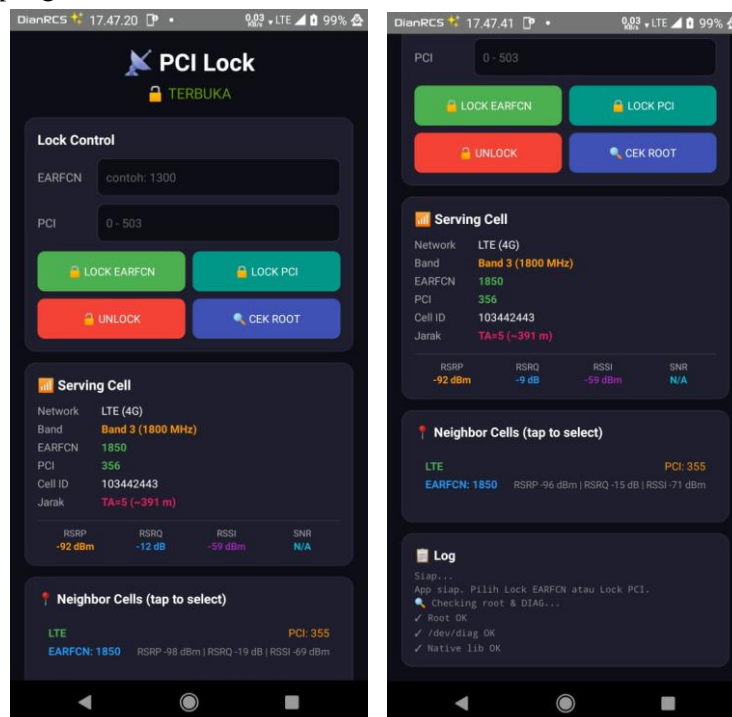
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi *User Interface*

Aplikasi yang dikembangkan berhasil diimplementasikan sebagai alat bantu pengujian jaringan LTE pada perangkat *Android* berbasis *chipset Qualcomm*. Aplikasi ini berfungsi untuk mengirim preferensi penguncian EARFCN dan PCI serta memantau parameter kualitas sinyal secara *real-time*.

Tampilan utama aplikasi menampilkan modul *Lock Control*, yang memungkinkan pengguna memasukkan nilai EARFCN dan PCI sebagai target, serta menjalankan perintah *Lock* EARFCN, *Lock* PCI, *Unlock*, dan pengecekan akses *root*. Fitur ini bekerja melalui mekanisme *soft lock* menggunakan manipulasi RIL dan antarmuka DIAG.

Bagian *Serving Cell* menampilkan informasi sel aktif seperti *band*, EARFCN, PCI, Cell ID, estimasi jarak (TA), serta parameter sinyal RSRP, RSRQ, RSSI, dan SNR. Sementara itu, bagian *Neighbor Cells* menampilkan daftar sel tetangga yang dapat dijadikan referensi dalam proses pemilihan target penguncian.



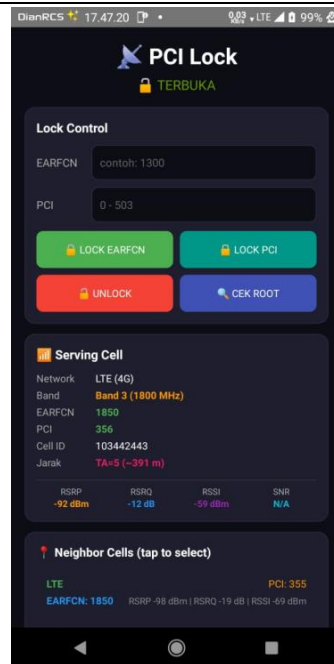
Gambar 3. Tampilan Utama

3.2. Pengujian dan Validasi Sistem *Lock* PCI

Pengujian dilakukan untuk memvalidasi kemampuan aplikasi dalam mengirim preferensi penguncian EARFCN dan PCI serta mengamati respons jaringan terhadap mekanisme *soft lock*. Validasi dilakukan melalui dua skenario pengujian lapangan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah proses *lock* dijalankan.

a. Pengujian Pertama

Pada Gambar 4 dalam kondisi sebelum *lock*, perangkat terhubung pada jaringan LTE *Band* 3 dengan EARFCN 1850 dan PCI 356. Parameter sinyal menunjukkan RSRP sekitar -92 dBm dan *Timing Advance* (TA) bernilai 5, yang merepresentasikan estimasi jarak sekitar 391 meter dari sel.



Gambar 4. Pengujian Pertama - Sebelum

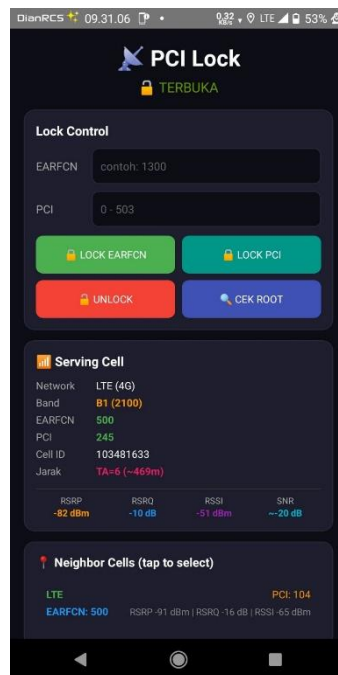
Setelah proses penguncian dijalankan, terjadi perubahan koneksi sel. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa perangkat berhasil berpindah ke PCI 259 dengan EARFCN tetap 1850. Nilai TA berubah menjadi 16 (1,2 km), yang menunjukkan perangkat terhubung ke sel dengan jarak lebih jauh dibandingkan kondisi awal. Penurunan kualitas frekuensi sinyal RSRP sekitar -110 dBm dan RSRQ -20 dB memperlihatkan bahwa sistem tetap mempertahankan koneksi pada sel target meskipun kondisi radio kurang optimal.



Gambar 5. Pengujian Pertama - Sesudah

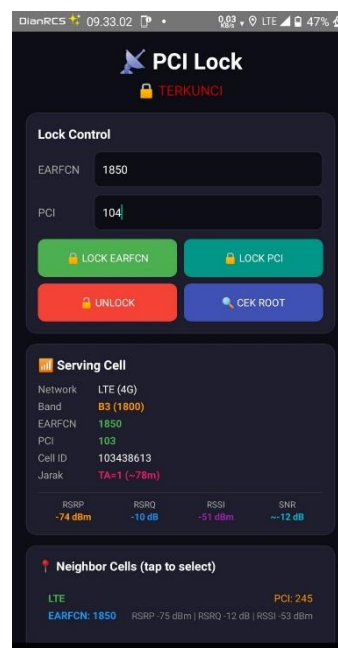
b. Pengujian Kedua

Pada Gambar 6 dalam kondisi awal tanpa *lock*, perangkat terhubung ke LTE Band 1 dengan EARFCN 500 dan PCI 245. Nilai TA tercatat sebesar 6 (469 meter) dengan kualitas sinyal relatif baik, ditunjukkan oleh RSRP sekitar -82 dBm.



Gambar 6. Pengujian Kedua - Sebelum

Setelah dilakukan penguncian dengan target EARFCN 1850 dan PCI 104, terjadi perubahan koneksi. Pada Gambar 7 terlihat bahwa perangkat berpindah ke *Band 3* (EARFCN 1850) dengan PCI aktif terbaca 103 yang mendekati target. Nilai TA menurun menjadi 1 (78 meter), yang menunjukkan koneksi ke sel yang lebih dekat. Kualitas sinyal meningkat RSRP sekitar -74 dBm, yang menandakan proses *lock* berhasil mengarahkan perangkat ke sel dengan kondisi radio yang lebih baik.



Gambar 7. Pengujian Kedua - Sesudah

Perbandingan nilai pada setiap skenario menunjukkan adanya perubahan sel yang terjadi setelah proses *lock* dilakukan, yang ditandai oleh pergantian PCI aktif, perubahan EARFCN pada salah satu pengujian, serta perbedaan estimasi jarak berdasarkan nilai *Timing Advance* (TA), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Data tersebut menunjukkan bahwa aplikasi mampu mengarahkan perangkat untuk berpindah dan terhubung ke sel target sesuai parameter yang dikunci, sehingga proses *lock* dapat dinyatakan berjalan dan memberikan dampak nyata terhadap hasil koneksi radio yang diperoleh selama pengujian.

Tabel 1 Perbandingan Sebelum dan Sesudah *Lock*

Skenario	PCI	EARFCN	TA
Pengujian 1 - Sebelum	356	1850	392 M
Pengujian 1 - Sesudah	259	1850	1,2 KM
Pengujian 2 - Sebelum	245	500	469 M
Pengujian 2 - Sesudah	103	1850	78 M

Meskipun mekanisme penguncian berhasil mengarahkan perangkat untuk berpindah ke sel yang sesuai dengan parameter target, pendekatan *soft lock* yang digunakan dalam aplikasi ini memiliki beberapa keterbatasan. Ketika perangkat bergerak keluar dari area cakupan sel yang dikunci, sistem tidak akan terus memaksa perangkat untuk tetap terhubung pada sel target. Hal ini dilakukan untuk menghindari beban berlebih pada modem akibat upaya pemaksaan koneksi secara terus-menerus terhadap sel yang sudah tidak berada dalam jangkauan. Dalam kondisi tersebut, perangkat akan kembali mengikuti mekanisme pemilihan sel bawaan modem untuk memperoleh koneksi jaringan yang tersedia. Selain itu, Mekanisme penguncian yang diimplementasikan pada aplikasi ini masih terbatas pada konfigurasi *single carrier*, sehingga belum mendukung penguncian pada skenario *Carrier Aggregation* dengan dua *carrier* atau lebih. Meskipun demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi tetap mampu memberikan preferensi koneksi yang cukup kuat untuk mengarahkan perangkat menuju sel target sehingga proses observasi dan pengujian jaringan dapat dilakukan secara lebih terarah dan terkontrol.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, aplikasi *lock* EARFCN dan *Physical Cell Identity* (PCI) berbasis *Android* dengan akses *root* berhasil dikembangkan sebagai alat bantu pengujian jaringan LTE pada sisi perangkat pengguna. Sistem mampu menjalankan fungsi utama berupa penguncian parameter radio sehingga perangkat dapat diarahkan untuk terhubung pada sel tertentu sesuai nilai EARFCN dan PCI yang ditentukan. Implementasi ini menunjukkan bahwa mekanisme penguncian dapat diterapkan melalui perangkat pengguna tanpa ketergantungan pada alat tambahan jaringan khusus.

Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan sel yang terjadi setelah proses *lock* dilakukan, yang ditandai oleh pergantian PCI aktif, perubahan frekuensi pada salah satu skenario, serta variasi estimasi jarak berdasarkan nilai *Timing Advance* (TA). Temuan ini menegaskan bahwa aplikasi memberikan pengaruh nyata terhadap proses koneksi radio perangkat serta dapat dimanfaatkan sebagai metode praktis untuk analisis perilaku seleksi sel dan evaluasi kondisi jaringan LTE dalam pengujian lapangan.

5. SARAN

Berdasarkan keterbatasan yang ditemukan selama penelitian, pengembangan selanjutnya dapat difokuskan pada pengujian aplikasi pada berbagai jenis perangkat dan *chipset* untuk mengetahui tingkat kompatibilitas serta konsistensi mekanisme *lock* pada arsitektur modem yang

berbeda. Selain itu, penelitian berikutnya juga dapat mengkaji alternatif mekanisme penguncian parameter jaringan tanpa memerlukan akses *root*, misalnya melalui pemanfaatan API sistem atau metode lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Septiawan and D. Syamsuar, "Peningkatan Kualitas Jaringan 4G LTE Menggunakan Metode Optimasi Teknik Traffic Sharing," *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 11, no. 3, p. 177, Dec. 2021, doi: 10.22441/incomtech.v11i3.10612.
- [2] N. Amanina, I. Suandi, M. Syahrini,) Prodi, T. Rekayasa, and J. Telekomunikasi, "Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Frekuensi 1800 Mhz Pada Tahun 2028 Di Kecamatan Tanah Jambo Aye Kabupaten Aceh Utara Menggunakan Software Atoll," *JURNAL TEKTRON*, vol. 9, no. 2, 2025, doi: 10.30811/tektro.v9i2.8278.
- [3] J. Shodamola, U. Masood, M. Manalastas, and A. Imran, "A Machine Learning based Framework for KPI Maximization in Emerging Networks Using Mobility Parameters," May 2020, doi: 10.1109/BlackSeaCom48709.2020.9235020.
- [4] R. H. Utama, F. Imansyah, and J. Marpaung, "Upaya Optimasi Jaringan 4G LTE Dengan Parameter RSSI (Received Signal Strength Indicator) Dan RSRP (Reference Signal Received Power)," *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, vol. 9, pp. 1–8, Jul. 2021, doi: 10.26418/j3eit.v9i2.48390.
- [5] C. D. Rahmadila, "Optimasi Kualitas Jaringan 4g Lte Menggunakan Metode Physical Tuning," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 12, no. 2, Apr. 2025, doi: 10.34010/telekontran.v12i2.12310.
- [6] A. Yuhaneef, D. Chandra, and I. Isnurisi, "Analisis Kualitas Jaringan 4G LTE: Studi Kasus Antara Telkomsel Dan Tri Melalui Metode Drive Test," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 22, no. 2, pp. 166–172, Oct. 2023, doi: 10.23917/emitor.v22i2.22819.
- [7] W. Li, H. Wen, and Z. Lin, "BaseMirror: Automatic Reverse Engineering of Baseband Commands From Android's Radio Interface Layer," in *CCS 2024 - Proceedings of the 2024 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, Association for Computing Machinery, Inc, Dec. 2024, pp. 2311–2325. doi: 10.1145/3658644.3690254.
- [8] A. R. Ismail, "Penerapan Metode Agile Pada Perancangan Sistem Informasi Pengajuan Nomor Surat di Pemerintahan Desa," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 7, no. 2, pp. 284–289, Apr. 2025, doi: 10.47233/jteksis.v7i2.1927.
- [9] A. Raya Suhari, A. Faqih, and F. M. Basysyar, "Sistem Informasi Kepegawaian Menggunakan Metode Agile Development di CV," *Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 12, pp. 30–45, Mar. 2022, doi: 10.34010/jati.v12i1.
- [10] T. Nugraha, "Penerapan Metode Agile Dalam Pengembangan Sistem Pemesanan Online Berbasis Web (Studi Kasus: Mercy's Coffee)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 14, no. 1, Jan. 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8689.
- [11] M. I. Mandirri, S. Nur Budiman, and U. Mawaddah, "Penerapan Metode Agile Dalam Pengembangan Aplikasi Jurnal Mengajar Berbasis Web Di Universitas Madani Indonesia," Jan. 2025. doi: 10.29407/hv8v3043.
- [12] Rahmat Musfika, Ichsanul Akbar, Sarini Vita Dewi, and Aulia Syarif Aziz, "E-Module Bahasa Pemrograman Java Berbasis Exe-Learning," *Jurnal PROCESSOR*, vol. 18, no. 1, Apr. 2023, doi: 10.33998/processor.2023.18.1.704.
- [13] Adawiyah Ritonga and Yahfizham Yahfizham, "Studi Literatur Perbandingan Bahasa Pemrograman C++ dan Bahasa Pemrograman Python pada Algoritma Pemrograman," *Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 3, pp. 56–63, Nov. 2023, doi: 10.55606/jutiti.v3i3.2863.
- [14] R. Shah and K. Chettri, "Android XML Layouts – A Study Of Viewgroups And Views For UI Design In Android Application," *International Journal of Scientific Research in*

-
- Computer Science, Engineering and Information Technology*, pp. 184–197, Mar. 2020, doi: 10.32628/cseit206249.
- [15] A. Esage, “Advanced Hexagon DIAG And Getting Started With Baseband Vulnerability Research,” 2020. Accessed: Mar. 13, 2026. [Online]. Available: https://zerodayengineering.com/research/slides/CCC2020_AdvancedHexagonDiag.pdf
- [16] Ali Ikhwan, Asri Akmaliah Syahfitri, Vidya Ramadhani, and Muhammad Yusuf Siregar, “Implementasi Agile Dalam Perancangan UI/UX Sistem Informasi Absensi Siswa Di MTS Muhammadiyah 01 Medan,” *Polygon: Jurnal Ilmu Komputer dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 3, no. 1, pp. 40–49, Jan. 2025, doi: 10.62383/polygon.v3i1.393.
- [17] S. Supriyatna, E. Fahrudin, and R. Hartono, “Penerapan Metode Agile Dalam Pembuatan Aplikasi Berbasis Web Untuk Pengembangan Usaha Berkelanjutan (Pub) Pada Badan Usaha Jasa Konstruksi,” *Spectrum: Multidisciplinary Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 184–198, Jul. 2025, Accessed: Feb. 03, 2026. [Online]. Available: <https://journals.sanusanantara.com/index.php/spectrum/article/view/274>
- [18] M. R. Maulana, “Evaluasi Metodologi Waterfall Dan Agile: Studi Literatur Pada Sistem Perpustakaan,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5900.
-