

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Bagian Kawasan Pasuruan *Industrial Estate* Rembang (PIER) adalah kawasan industri yang dikembangkan di Pasuruan, sebagai bagian dari pengembangan lebih lanjut wilayah industri di Jawa Timur. Pengembangan kawasan industri ini diawali dengan Surabaya *Industrial Estate* Rungkut (SIER), dilanjutkan dengan Sidoarjo *Industrial Estate* Berbek (SIEB), dan yang terakhir adalah PIER. Proses pengembangan dimulai dengan pembebasan tanah milik petani, dan pembangunan infrastruktur industri baru dimulai pada tahun 1996.[1][2]. Pasuruan memiliki salah satu kawasan industri terbesar di Jawa Timur, dengan luas sekitar 500 hektar atau 5.000.000 meter persegi. Kawasan industri ini terletak di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Rembang, Kecamatan Bangil, dan Kecamatan Kraton. [3]. Perusahaan ini beroperasi di beberapa sektor industri, termasuk manufaktur, makanan, baja tahan karat, dan peralatan listrik. Semakin berkembangnya negara Indonesia diperlukan peningkatan dalam aspek-aspek teknologi di berbagai perusahaan, termasuk di kawasan industri PIER untuk meningkatkan dan efisiensi pengelolaan barang dan jasa di wilayah tersebut. Pengembangan Kawasan PIER sebagai bagian dari perkembangan industri di Jawa Timur mencerminkan upaya peningkatan infrastruktur dalam mengadopsi teknologi Industri 4.0. Dengan luas lahan yang besar dan berbagai sektor industri yang beroperasi di dalamnya, PIER menjadi kandidat ideal untuk menerapkan teknologi jaringan seluler generasi ke-5 (5G). Melalui implementasi teknologi 5G, PIER dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan barang dan jasa di wilayah tersebut, sejalan dengan visi pengembangan industri yang lebih modern dan terhubung secara digital.

Teknologi 5G adalah generasi kelima dari sistem komunikasi seluler, yang juga dikenal sebagai IMT-2020 dan telah distandarisasi oleh ITU-R. 5G menawarkan kecepatan data yang jauh lebih tinggi dan latensi yang sangat rendah jika dibandingkan dengan sistem seluler yang ada saat ini. Teknologi

ini menjadi landasan untuk implementasi otomatisasi pabrik dengan menciptakan *private network*, yakni jaringan seluler yang khusus digunakan oleh sebuah perusahaan dalam pengoperasian yang tertutup (*closed network community*). Berdasarkan standar yang dikeluarkan pada tahun 2020, teknologi 5G dirancang untuk mendukung kebutuhan industri telekomunikasi dengan pertumbuhan data yang pesat, konektivitas yang lebih cepat, dan mendukung perangkat berbasis IoT, yang memungkinkan miliaran perangkat untuk saling terhubung sesuai dengan kebutuhan inovasi masa depan [4]. Teknologi 5G, dengan kecepatan data yang tinggi dan latensi rendah, menjadi fondasi untuk implementasi jaringan seluler pribadi dalam konteks Industri 4.0. Dengan potensi konektivitas yang cepat dan handal, 5G mendukung berbagai aplikasi industri yang memerlukan jaringan "*wire-free*", seperti otomasi pabrik, logistik, dan kendaraan otonom. Konsep jaringan seluler pribadi semakin diminati oleh perusahaan, memungkinkan pengoperasian perangkat dalam lingkungan yang eksklusif dan tertutup. Prediksi dari GSMA Intelligence menunjukkan peningkatan signifikan dalam adopsi jaringan seluler pribadi oleh perusahaan industri, menciptakan potensi pertumbuhan yang besar hingga tahun 2025.

Dalam implementasi Industri 4.0 jaringan seluler menjadi platform unggulan untuk jaringan "*wire-free*" dalam berbagai aplikasi mulai dari otomasi rantai pabrik hingga pergudangan otomatis, logistik, implementasi kendaraan otonom, pertambangan, pengolahan bahan, dan lainnya. Opsi implementasi yang semakin diminati oleh banyak perusahaan industri adalah "*private networks*" yaitu, jaringan seluler yang digunakan secara eksklusif oleh perusahaan tersebut di mana semua perangkat yang beroperasi dalam jaringan adalah bagian dari komunitas jaringan tertutup [5]. Penerapan Industri 4.0 dengan menggunakan jaringan seluler sebagai platform utama menciptakan peluang besar bagi kemajuan dalam berbagai sektor industri. Hal ini memberikan dorongan yang kuat bagi pengembangan infrastruktur teknologi jaringan di Kawasan PIER, memastikan ketersediaan koneksi yang cepat dan andal untuk mendukung efisiensi dan produktivitas yang lebih baik dalam mengadopsi teknologi revolusi industri 4.0.

Revolusi Industri 4.0 telah menciptakan peluang besar bagi individu untuk berkembang. Kemudahan akses terhadap teknologi informasi yang kini tersedia di seluruh dunia memungkinkan orang-orang terhubung dalam jaringan sosial yang luas. Fenomena ledakan informasi, yang telah diprediksi oleh futurolog Alvin Toffler pada tahun 1970, kini menjadi kenyataan di era revolusi industri saat ini. Melimpahnya informasi ini memberikan dampak positif yang besar dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan perekonomian [6]. Oleh karena itu sebagai kawasan industri yang terbilang besar Kawasan PIER diperlukan pengembangan sarana dan prasarana teknologi jaringan yang bisa memberikan koneksi yang sangat cepat untuk mendukung infrastruktur dari teknologi revolusi industri 4.0 untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas yang lebih baik.

Penelitian ini akan melakukan perancangan jaringan privat 5G di kawasan PIER menggunakan model propagasi TR 38.900 dengan menggunakan model *Urban Micro* (UMI) supaya mengetahui dan menganalisa tingkat sinyal di kawasan PIER. Karena PIER tidak terlalu banyak bangunan tinggi dan untuk kawasan industri memerlukan tingkat konektivitas jaringan yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan di masa depan dengan adanya revolusi industri 4.0, Maka pada penelitian ini menggunakan spectrum frekuensi milimeter wave (gelombang milimeter) yaitu menggunakan frekuensi 26 GHz. Frekuensi 26 GHz dipilih karena telah ditetapkan untuk 5G mmWave, memungkinkan implementasi jaringan privat tanpa mengganggu jaringan seluler publik. Dengan *bandwidth* tinggi dan latensi rendah, frekuensi ini mendukung komunikasi *real-time* antara admin dan mesin industri di Kawasan Industri PIER [1]. Teknologi seperti *beamforming*, *massive MIMO*, dan *private 5G slicing* memastikan konektivitas stabil dan efisien, mempercepat transformasi digital dalam otomatisasi pabrik, pengelolaan logistik, serta koordinasi antara manusia dan mesin. Untuk mengetahui aspek ekonomi dari perancangan jaringan privat 5G di kawasan PIER yaitu melibatkan analisis Tekno-Ekonomi dengan mempertimbangkan aspek-aspek *Capital Expenditure* (CAPEX), *Operational Expenditure* (OPEX), *Revenue*, serta Penelitian ini melibatkan

indikator perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Payback Period* (PP), *Internal Rate of Return* (IRR), *Return on Investment* (ROI), *Profitability Indeks* (PI) dan, *Accounting Rate of Return* (ARR) untuk Mengetahui Tingkat kelayakan dari perencanaan jaringan privat 5G di kawasan PIER.

Hasil penelitian ini diharapkan untuk perancang jaringan privat 5G *New Radio* untuk kawasan PIER dengan tujuan memfasilitasi Revolusi Industri 4.0 mencakup aspek Teknik dan ekonomi untuk pengembangan infrastruktur yang efisien dalam konteks revolusi industri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Belum adanya jaringan privat 5G *New Radio* di kawasan PIER menggunakan frekuensi 26 GHz.
2. Belum terdapat analisis perancangan jaringan privat 5G *New Radio* dengan frekuensi 26 GHz di kawasan PIER.
3. Belum adanya analisis struktur biaya dan tekno ekonomi perancangan 5G *New Radio* di kawasan PIER.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan yang diperlukan dalam perancangan jaringan privat 5G di kawasan PIER
2. Memperoleh hasil analisis simulasi berdasarkan *Coverage & Capacity Planning* pada jaringan privat 5G *New Radio* dengan frekuensi 26 GHz di kawasan PIER
3. Memperoleh hasil analisis struktur biaya dan tekno ekonomi biaya perancangan 5G *New Radio* di kawasan PIER

1.4. Batasan dan Asumsi Penelitian

Batasan-batasan masalah dan asumsi dari penelitian tugas akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di kawasan PIER dengan spectrum Frekuensi 26 GHz.
2. Model propagasi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini yaitu propagasi 3GPP *Urban Micro* (UMI).
3. Perancangan jaringan privat 5G secara teknis berdasarkan *Coverage & Capacity*.
4. Hasil data simulasi berdasarkan pada indikator kinerja jaringan (KPI) seperti RSRP, SINR, dan *Throughput*.
5. Struktur biaya mencakup antara lain *Capital Expenditure* (CAPEX), *Operational Expenditure* (OPEX), dan *Revenue*.
6. Analisis ekonomi yang dilakukan berdasarkan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Return on Investment* (ROI), *Payback Period* (PP), *Profitability Indeks* (PI), *Accounting Rate of Return* (ARR) .

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dan batasan penelitian yang telah dijelaskan, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan model propagasi *Urban Micro* (UMI) pada frekuensi 26 GHz untuk jaringan 5G di lingkungan urban industrial.
2. Memberikan rekomendasi teknis untuk perancangan dan implementasi jaringan privat 5G di kawasan PIER
3. Mendukung transformasi digital di kawasan industri melalui implementasi teknologi jaringan 5G, yang berpotensi meningkatkan efisiensi dan produktivitas operasional.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran yang terstruktur mengenai isi penelitian. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

1.6.1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan dan asumsi penelitian, serta sistematika penulisan yang menjadi panduan dalam pelaksanaan penelitian.

1.6.2 Landasan Teori

Bab ini membahas teori-teori dasar yang relevan dengan penelitian, termasuk konsep mengenai jaringan 5G, model propagasi *Urban Micro* (UMI), analisis teknis jaringan privat 5G, serta indikator kinerja jaringan (KPI). Selain itu, dijelaskan pula teori terkait analisis tekno-ekonomi.

1.6.3 Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan model sistem dan rancangan teknis jaringan privat 5G yang akan diterapkan. Termasuk di dalamnya adalah perencanaan *coverage* dan *capacity*, pemilihan parameter jaringan, serta skenario implementasi yang digunakan dalam simulasi.

1.6.4 Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Bab ini menjelaskan metode pengumpulan data, baik data teknis maupun ekonomi, yang digunakan dalam penelitian. Selain itu, dijabarkan pula proses pengolahan data untuk menghasilkan simulasi dan analisis.

1.6.5 Analisis Dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil analisis dari simulasi jaringan, meliputi evaluasi *coverage*, *capacity*, dan performa berdasarkan KPI seperti RSRP, SINR, dan *throughput*. Selain itu, dibahas pula analisis tekno-ekonomi termasuk CAPEX, OPEX, dan kelayakan investasi menggunakan indikator NPV, IRR, ROI, PP, PI, dan ARR.

1.6.6 Kesimpulan Dan Saran

Bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian sesuai dengan tujuan yang telah dirumuskan. Selain itu, disampaikan pula saran yang dapat menjadi pertimbangan untuk penelitian selanjutnya atau implementasi nyata di lapangan.

1.6.7 Daftar Pustaka

Bab ini memuat referensi yang digunakan dalam penelitian, baik berupa buku, jurnal, artikel, maupun sumber lain yang relevan.

1.6.8 Lampiran

Bab ini berisi data pendukung, tabel, diagram, hasil simulasi, serta dokumen lain yang relevan dan digunakan dalam penelitian ini.