

Analisis Tekno Ekonomi Distributed Antenna Systems (Das) Aktif dan Pasif Menggunakan Teknologi Mobile 5G di Apartemen XYZ

Roki Fernando*¹, Muhammad Suryanegara²

^{1,2}Manajemen Telekomunikasi, Teknik Elektro, Universitas Indonesia

E-mail: *¹roki.fernando@ui.ac.id, ²suryanegara@gmail.com

Abstrak

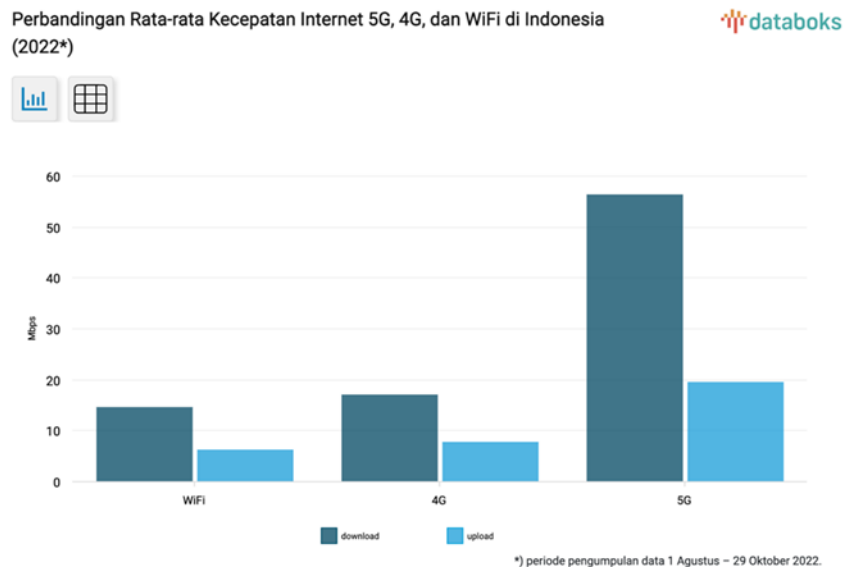
Pengenalan teknologi 5G telah memicu peningkatan kebutuhan akan kecepatan internet yang lebih tinggi dan koneksi yang lebih andal. Dalam rangka meningkatkan kualitas layanan 5G, teknologi Distributed Antenna Systems (DAS) telah menjadi fokus utama dalam industri telekomunikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan penggunaan DAS dalam memperbaiki kinerja jaringan 5G dan memperkuat aspek ekonomi dari teknologi tersebut. Teknologi DAS yang akan diteliti adalah teknologi DAS aktif dan pasif dengan tiga skenario pelanggan serta dua jenis layanan. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis tekno ekonomi. Data yang digunakan terdiri dari data sekunder tentang 5G dan DAS aktif maupun pasif, termasuk hasil uji coba serta pengalaman praktis dalam penerapan teknologi tersebut di industri telekomunikasi. Analisis dilakukan melalui pengukuran kinerja jaringan, biaya implementasi dan operasional, serta dampak ekonomi dari penerapan teknologi DAS dalam jaringan 5G disalah satu apartemen yang berlokasi di daerah Jakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan DAS aktif dan pasif dalam jaringan 5G akan dapat meningkatkan kinerja jaringan dan memberikan manfaat ekonomi yang signifikan. Secara umum, investasi jaringan dinilai melalui metode Net Present Value (NPV) dan dari hasil penelitian ini, NPV untuk tiap skenario bernilai positif, maka artinya infrastruktur tersebut menghasilkan investasi yang menguntungkan. Dengan nilai ENPV DAS aktif untuk pelanggan yang menggunakan pemakaian layanan bandwidth 100 GB adalah sebesar IDR 28.669.004.118, untuk pelanggan yang menggunakan pemakaian layanan paket bulanan adalah sebesar IDR 12.701.931.570, serta ENPV DAS pasif juga bernilai positif untuk pelanggan yang menggunakan pemakaian layanan bandwidth 100 GB adalah sebesar IDR 30.055.126.567, untuk pelanggan yang menggunakan pemakaian layanan paket bulanan adalah sebesar IDR 14.088.054.019. Namun NPV mungkin tidak akan seperti yang diharapkan karena ketidakpastian di masa depan, salah satunya adalah jumlah pelanggan. Jika dilihat dari sisi modal, penggunaan DAS aktif akan memakan biaya yang lebih besar dari pada DAS pasif, sementara dari fungsi kemampuan, DAS aktif akan memberikan kecepatan dan jangkauan yang lebih besar dari DAS pasif. Namun saat implementasi DAS, hal ini tentu akan disesuaikan dengan kondisi area atau daerah dimana jaringan DAS akan di bangun.

Kata Kunci— Teknologi 5G, DAS aktif dan pasif, tekno ekonomi, jaringan, NPV

1. PENDAHULUAN

Adanya kebutuhan akan konektivitas yang semakin tinggi dan lebih cepat, khususnya dengan semakin banyaknya perangkat yang terhubung ke internet dan semakin banyaknya data yang dihasilkan memicu pengembangan jaringan seluler generasi ke-5 atau Fifth Generation (5G). Teknologi 5G dianggap sebagai evolusi dari teknologi 4G dan memiliki kecepatan jaringan yang lebih tinggi serta kapasitas lebih besar. Selain itu, teknologi 5G juga dirancang untuk menghadapi tantangan di masa depan, seperti meningkatnya permintaan akan koneksi internet dalam jumlah

besar dan penggunaan perangkat yang semakin banyak, termasuk Internet of Things (IoT). Teknologi 5G diharapkan dapat memungkinkan penggunaan aplikasi dan layanan yang lebih canggih seperti augmented reality (AR), virtual reality (VR), dan gaming online dengan kualitas yang lebih baik. Teknologi 5G juga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai sektor, termasuk lingkungan kawasan perumahan dan apartemen. Dengan kecepatan dan ketersediaan jaringan yang lebih tinggi, teknologi 5G dapat mendukung pengembangan teknologi dan inovasi baru yang dapat membantu meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Rata-rata kecepatan unggah (upload) internet 5G di Indonesia juga mencapai 19,6 Mbps, sedangkan rata-rata kecepatan upload internet 4G 7,7 Mbps, dan WiFi 6,3 Mbps, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 1 [1].

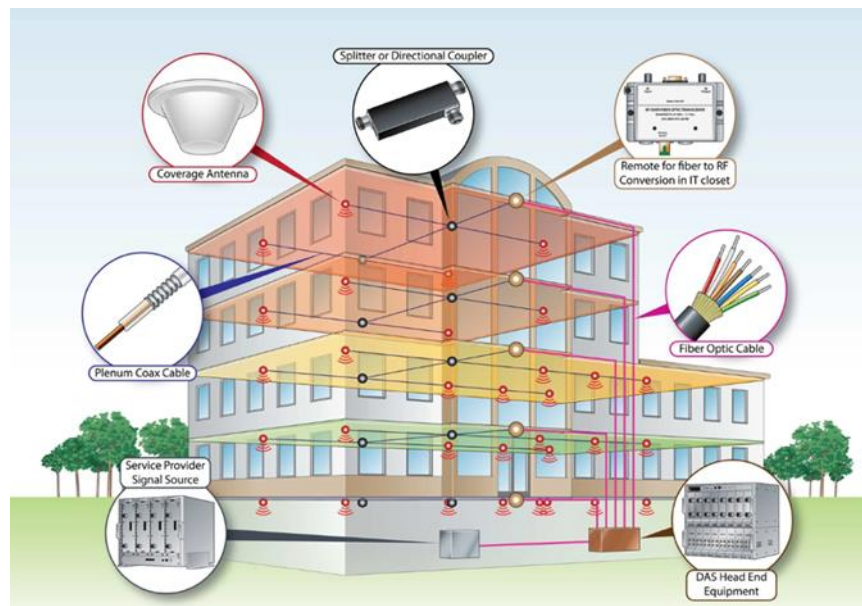


Gambar 1. Perbandingan Kecepatan Internet 5G, 4G, dan WiFi di Indonesia

Namun diantara banyak kelebihanannya, sinyal 5G juga masih memiliki beberapa kekurangan, sinyal 5G cenderung memiliki jangkauan yang lebih pendek dan lebih rentan terhadap gangguan oleh bahan bangunan dan struktur gedung. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan Distributed Antenna Systems (DAS). Distributed Antenna Systems (DAS) adalah sistem jaringan seluler dengan menggunakan sejumlah kecil antena yang terdistribusi di seluruh gedung apartemen untuk meningkatkan jangkauan dan kualitas sinyal. DAS juga dapat menangani volume pengguna yang tinggi dan mengurangi interferensi sinyal.

Teknologi DAS diciptakan untuk memenuhi kebutuhan komunikasi nirkabel yang semakin meningkat, terutama di area yang padat seperti gedung perkantoran, apartemen dan lain-lain. Pada umumnya, gedung-gedung besar dan kompleks memiliki desain dan material yang dapat memblokir sinyal jaringan seluler, sehingga penggunaan ponsel atau perangkat nirkabel lainnya menjadi sulit. DAS memungkinkan distribusi sinyal seluler melalui serangkaian antena yang terhubung ke pusat distribusi. Dengan menggunakan teknologi DAS, sinyal seluler dapat diperkuat dan didistribusikan dengan lebih efektif ke berbagai area di dalam gedung, sehingga pengguna dapat menikmati layanan komunikasi nirkabel yang lebih baik. DAS juga dapat memudahkan manajemen jaringan seluler dalam gedung atau kompleks, karena pengaturan dan pemeliharaan jaringan dapat dilakukan secara terpusat. Oleh karena itu, DAS menjadi teknologi yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan komunikasi nirkabel di gedung-gedung besar dan kompleks, sehingga memberikan dampak positif pada produktivitas dan kenyamanan

pengguna. Implementasi penggunaan jaringan DAS di Gedung seperti ditunjukkan dalam gambar 1.2 [14]



Gambar 2. Distributed Antenna Systems

Pada penelitian sebelumnya membahas mengenai model tekno-ekonomi teknologi MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) dan Distributed Antenna Systems (DAS). Kedua teknologi tampaknya solusi yang menjanjikan untuk kebutuhan 5G. Menurut analisis yang dikembangkan dalam makalah tersebut, diinformasikan bahwa DAS lebih murah daripada MIMO untuk aplikasi dalam skala besar, akan tetapi di sisi lain solusi untuk skala yang lebih kecil MIMO tampaknya lebih hemat biaya [2].

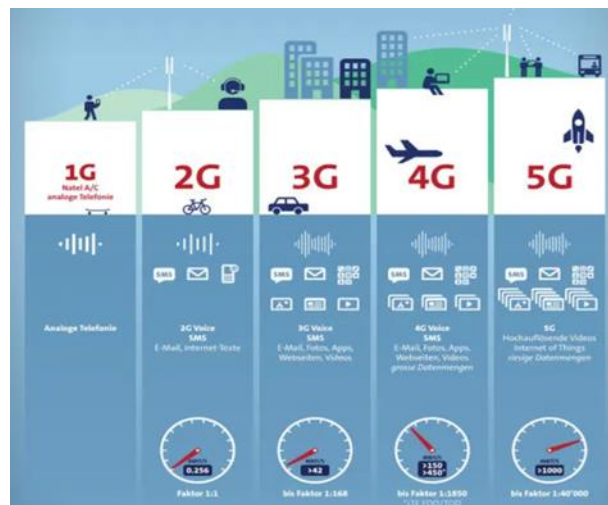
Dengan pertimbangan diatas, maka penelitian ini mengusulkan untuk menganalisis lebih lanjut sisi tekno ekonomi tentang kebutuhan pembangunan DAS menggunakan teknologi 5G ini dan mengambil studi kasus untuk apartemen XYZ. Teknologi DAS dibagi menjadi 2, Distributed Antenna Systems (DAS) aktif, dan Distributed Antenna Systems (DAS) pasif. Penelitian ini juga akan melakukan analisis dengan membandingkan bagaimana value dan manfaat dari pembangunan 2 jenis DAS ini, apakah dengan mengimplementasikan salah satu atau kombinasi dari 2 jenis DAS ini, sistem mana yang akan memberikan dampak dan manfaat lebih besar bagi penghuni, tenant ataupun pengembang di apartement XYZ.

Analisis yang digunakan adalah analisis tekno ekonomi, untuk menentukan nilai ekonomi dari teknologi ini dengan cara membandingkan Total Cost of Ownership (TCO) melingkupi nilai CAPEX dan OPEX dari DAS aktif dan DAS pasif.

1.1. Mobile 5G

Mobile 5G adalah teknologi jaringan seluler generasi kelima yang merupakan pengembangan dari teknologi 4G atau LTE. Teknologi 5G dapat diimplementasikan pada frekuensi low-band, medium-band, dan high-band [3]. Teknologi 5G juga menjanjikan kecepatan internet yang lebih cepat, latency yang lebih rendah, serta konektivitas perangkat yang lebih baik. Selain itu, teknologi 5G juga diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi baru seperti Internet of Things (IoT), kota pintar, dan mobil otonom. Kecepatan internet yang lebih cepat adalah salah satu keunggulan utama dari teknologi 5G. Jaringan 5G dapat memberikan kecepatan internet hingga 20 kali lebih cepat dibandingkan teknologi 4G. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengunduh dan streaming video berkualitas tinggi tanpa buffering, serta mengakses

aplikasi dan layanan online dengan lebih cepat dan efisien. Latency yang lebih rendah adalah fitur penting lainnya dari teknologi 5G. Latency adalah waktu yang dibutuhkan oleh jaringan untuk memproses dan membalas permintaan dari pengguna. Dalam jaringan 5G, latency dapat mencapai 1 milidetik atau lebih rendah, yang jauh lebih cepat dibandingkan teknologi 4G yang memiliki latency sekitar 10 milidetik. Hal ini sangat penting untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat seperti game online, video conference, dan mobil otonom. Konektivitas perangkat yang lebih baik juga menjadi keunggulan utama dari teknologi 5G. Jaringan 5G dapat mendukung lebih banyak perangkat terhubung secara bersamaan dibandingkan teknologi 4G. Selain itu, teknologi 5G juga dapat mendukung konektivitas perangkat yang lebih stabil dan efisien, sehingga pengguna dapat mengakses aplikasi dan layanan online dengan lebih mudah dan lancar. Perkembangan teknologi 5G ini mengalami perkembangan teknologi yang cukup pesat seperti ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini [4].



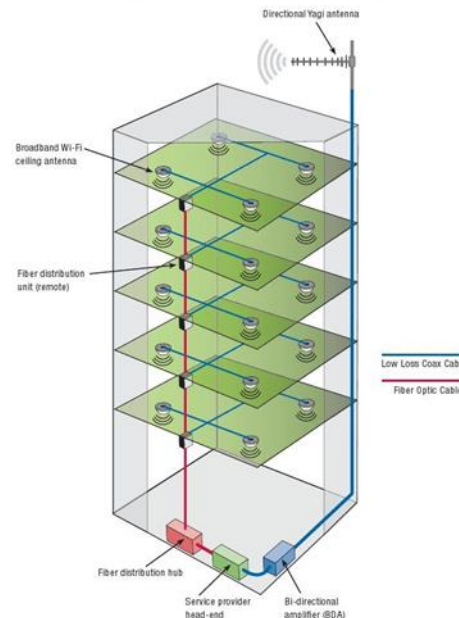
Gambar 3. Perkembangan Teknologi 1G, 2G, 3G, 4G dan 5G

Teknologi 5G juga diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi baru seperti IoT, kota pintar, dan mobil otonom. IoT adalah teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat dan sensor untuk mengumpulkan dan memproses data secara otomatis. Dengan teknologi 5G, perangkat IoT dapat terhubung ke jaringan secara lebih efisien dan dapat mentransfer data dengan lebih cepat. Hal ini dapat memungkinkan pengembangan aplikasi IoT yang lebih canggih dan kompleks.

1.2. Distributed Antenna Systemss (DAS)

Analisis Distributed Antenna Systems (DAS) adalah sistem yang mendistribusikan sinyal ke dalam sebuah Gedung menggunakan antena dalam ruangan untuk memberikan jangkauan dan dominasi yang memadai [5]. Teknologi DAS juga yang digunakan untuk meningkatkan kualitas sinyal seluler di suatu area dengan menggunakan banyak antena kecil yang terhubung ke sistem distribusi. DAS terdiri dari beberapa komponen utama yaitu antena, penguat sinyal, kabel koaksial, dan sistem distribusi. Antena DAS biasanya berukuran kecil dan dapat dipasang di dinding atau langit-langit gedung. Penguat sinyal DAS bertugas untuk memperkuat sinyal yang diterima oleh antena sehingga dapat diteruskan ke sistem distribusi dengan lebih kuat. Kabel koaksial digunakan untuk menghubungkan antena dan penguat sinyal ke sistem distribusi. Kabel koaksial DAS memiliki kekuatan isolasi yang lebih baik dibandingkan dengan kabel koaksial standar yang digunakan dalam jaringan seluler. Sistem distribusi DAS bertanggung jawab untuk mengatur dan mendistribusikan sinyal yang diterima dari antena ke perangkat seluler. Keuntungan menggunakan DAS adalah meningkatkan kualitas sinyal seluler dan meningkatkan

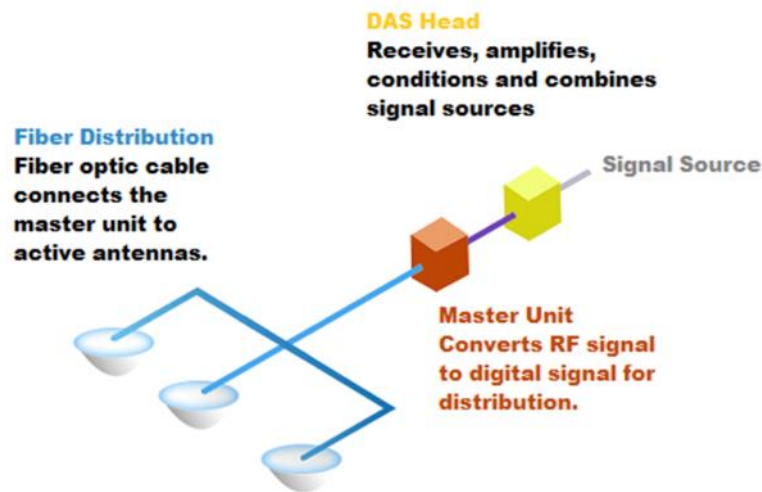
kapasitas jaringan di suatu area. Dengan adanya DAS, pengguna dapat mengakses layanan seluler dengan lebih lancar dan tidak mengalami masalah seperti sinyal yang terputus atau jaringan yang lemot. Selain itu, DAS juga dapat meningkatkan efisiensi jaringan seluler karena dapat mengurangi beban pada BTS (Base Transceiver Station) yang bertanggung jawab untuk mengirimkan dan menerima sinyal seluler. Namun, penggunaan DAS juga memiliki beberapa kelemahan. Topologi jaringan DAS yang diimplementasikan didalam Gedung seperti apartemen ditunjukkan dalam gambar 4.



Gambar 4. In-Building Distributed Antenna Systems (DAS)

1.3. Distributed Antenna Systems Aktif

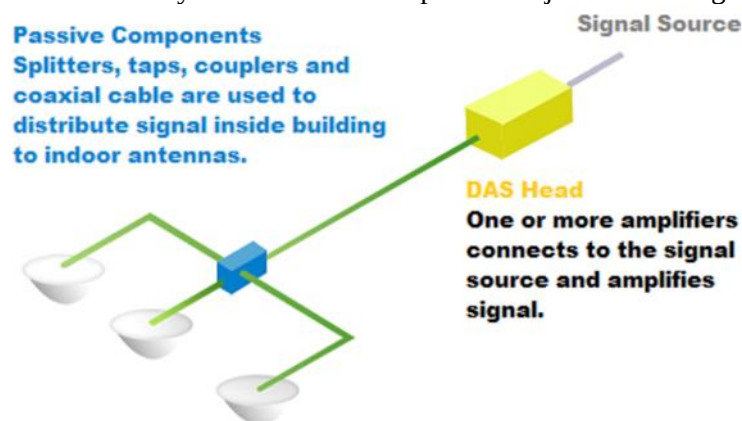
Distributed Antenna Systems (DAS) aktif merupakan sistem DAS yang menggunakan kabel fiber optik untuk mendistribusikan sinyal antara sumber sinyal terpusat dan "node remote" yang ditempatkan di sekitar sebuah bangunan [5]. DAS aktif akan mendistribusikan sinyal seluler menggunakan penguat sinyal untuk memperkuat sinyal yang diterima oleh antenna. DAS aktif bertujuan untuk meningkatkan kualitas sinyal seluler dan kapasitas jaringan di suatu area dengan menghubungkan beberapa antenna kecil ke dalam satu sistem distribusi yang terpusat. Penguat sinyal yang digunakan dalam DAS aktif biasanya terdiri dari beberapa komponen seperti amplifier, filter, dan splitter. Amplifier bertanggung jawab untuk memperkuat sinyal yang diterima oleh antenna sebelum diteruskan ke sistem distribusi. Filter digunakan untuk memisahkan sinyal dari operator seluler yang berbeda sehingga dapat diatur dengan lebih baik. Sedangkan splitter berfungsi untuk membagi sinyal yang telah diperkuat ke dalam beberapa output untuk dapat didistribusikan ke antenna-antenna kecil yang terhubung ke dalam sistem distribusi. DAS aktif memerlukan desain yang matang dan ketersediaan sumber daya listrik yang cukup untuk dapat berfungsi dengan baik. Kabel koaksial yang digunakan dalam DAS aktif juga harus memiliki kekuatan isolasi yang cukup dan kualitas yang baik agar tidak terjadi penurunan kualitas sinyal seluler. Arsitektur DAS aktif ditunjukkan dalam gambar 5. [6].



Gambar 5. Arsitektur Distributed Antenna Systems (DAS) Aktif

1.3.1. Distributed Antenna Systems Pasif

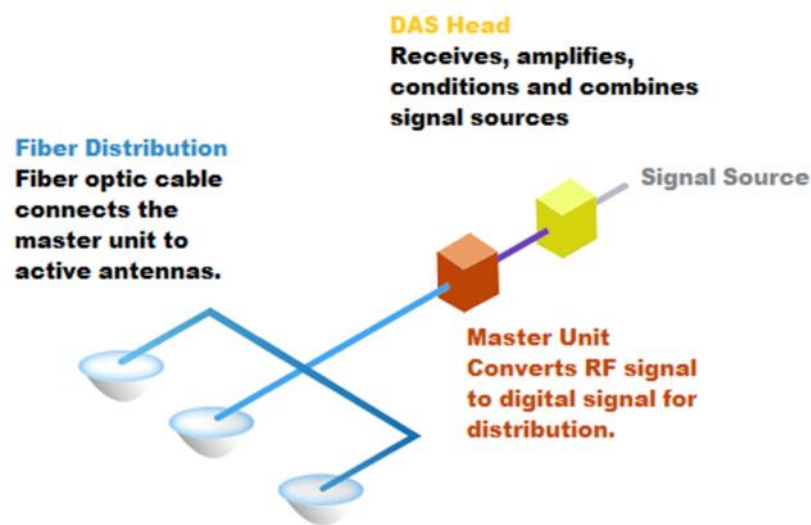
Distributed Antenna Systems (DAS) pasif adalah DAS yang menggunakan komponen pasif seperti kabel koaksial, splitter dan duplexers untuk mendistribusikan sinyal, tidak seperti DAS aktif, DAS pasif menggunakan amplifier bi-directional untuk rebroadcast sinyal dari makro jaringan selular menggunakan transmisi Microwave yang diletakkan di atap gedung, hal ini sering disebut dengan istilah Outdoor Unit atau menggunakan transmisi Fiber Optik [5]. DAS pasif akan mendistribusikan sinyal seluler tidak menggunakan penguat sinyal, melainkan hanya menggunakan splitter untuk membagi sinyal yang diterima oleh antenna kecil ke dalam beberapa output yang terhubung ke dalam sistem distribusi. DAS pasif biasanya terdiri dari beberapa antenna kecil yang terhubung ke dalam sistem distribusi yang terpusat melalui kabel koaksial. DAS Pasif memerlukan desain yang matang untuk menghindari terjadinya penurunan kualitas sinyal seluler akibat jarak yang terlalu jauh antara antenna dan sistem distribusi. Kabel koaksial yang digunakan dalam DAS pasif juga harus memiliki kekuatan isolasi yang cukup dan kualitas yang baik agar tidak terjadi penurunan kualitas sinyal. Arsitektur DAS pasif ditunjukkan dalam gambar 6. [6].



Gambar 6. Arsitektur Distributed Antenna Systems (DAS) Pasif

1.3.2. Distributed Antenna Systems Hybrid

Distributed Antenna Systems (DAS) hybrid menggunakan kabel serat optik dan kabel koaksial untuk mendistribusikan sinyal ke seluruh Gedung [6]. Mengacu pada sistem DAS yang menggabungkan elemen-elemen dari DAS aktif dan DAS pasif. Dalam DAS hybrid, komponen elektronik seperti amplifier dan repeater digunakan bersama dengan penggunaan splitter dan kabel untuk mendistribusikan sinyal jaringan seluler. Penggunaan DAS Hybrid dirancang untuk memenuhi kebutuhan yang kompleks dalam cakupan jaringan seluler. Beberapa area mungkin membutuhkan penguatan sinyal tambahan dan cakupan yang luas, sementara area lainnya dapat dilayani dengan menggunakan DAS pasif yang lebih sederhana. Dengan menggunakan DAS hybrid, penguatan sinyal dapat diberikan dengan menggunakan amplifier dan repeater pada titik yang tepat dalam jaringan DAS. Splitter dan kabel kemudian digunakan untuk mendistribusikan sinyal yang diperkuat ke antena-antena yang terhubung ke sistem DAS. Arsitektur DAS hybrid ditunjukkan dalam gambar 7. [6].



Gambar 7. Arsitektur Distributed Antenna Systems (DAS) Hybrid

1.4. Tekno Ekonomi

Distributed Antenna Systemss (DAS) adalah sistem nirkabel yang dirancang untuk meningkatkan jangkauan dan kapasitas sinyal seluler di ilmu pengetahuan yang berorientasi pada pengungkapan dan perhitungan nilai-nilai ekonomi yang terkandung dalam suatu rencana kegiatan teknik [7]. Dalam konteks pembangunan DAS, perhitungan teknologi dan ekonomi digunakan untuk menentukan biaya dan manfaat investasi, serta untuk menilai keuntungan jangka panjang dari proyek tersebut.

1.4.1. Capital Expenditure (Capex)

Capital Expenditure (Capex) adalah anggaran yang diinvestasikan oleh operator jaringan untuk memperoleh dan menggunakan peralatan baru [8]. Dalam konteks pembangunan DAS, Capex digunakan untuk menentukan biaya pembangunan jaringan seluler di dalam gedung atau area yang sulit dijangkau oleh jaringan seluler tradisional. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang perhitungan Capex dalam pembangunan DAS:

1. Analisis Kebutuhan
2. Analisi Perangkat Keras

3. Biaya Instalasi
4. Biaya Pemeliharaan
5. Analisis Investasi
6. Analisa Risiko

1.4.2. Operational Expenditure (Opex)

Operational Expenditure (Opex) adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan dan memelihara aset jangka panjang, seperti gedung, peralatan, dan infrastruktur sesuai dengan aktivitas operasional dengan pemeliharaan yang berulang [8]. Dalam konteks pembangunan DAS, Opex digunakan untuk menentukan biaya operasional dan pemeliharaan jaringan seluler di dalam gedung atau area yang sulit dijangkau oleh jaringan seluler tradisional. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang perhitungan Opex dalam pembangunan DAS:

1. Analisis Kebutuhan
2. Biaya Listrik
3. Biaya Perawatan Peralatan
4. Biaya Perawatan Perangkat Lunak
5. Biaya Jasa Pemeliharaan
6. Biaya Sewa Frekuensi Seluler
7. Analisis Investasi
8. Analisis Risiko

1.4.3. Present Value dan Net Present Value

Present value didasari konsep pemikiran nilai waktu dari uang. Metode ini biasa digunakan untuk menilai proyek investasi, menilai perusahaan asset keuangan dan sebagainya dengan cara memperkirakan penerimaan cash flow masa depan dan kemudian men-diskonto (discounted) dengan suatu nilai untuk mendapatkan nilai sekarang (present value). Tingkat diskont (discount rate) yang digunakan diambil dari biaya modal (cost of capital) dan tingkat risiko dari cash flow masa depan [9]. Sedangkan NPV adalah menghitung selisih antara present value dari total net cash inflow selama umur investasi dikurangi present value dari modal yang ditanamkan atau disebut outlay (net investment). Secara matematis perhitungan metode NPV ditunjukkan pada persamaan (1) berikut [10]:

$$NPV = \sum_{k=0}^{k=n} \frac{CF_i}{(1+R)^i} \quad (1)$$

2. METODE PENELITIAN

Pada bab 3 akan membahas mengenai metodologi penelitian yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian. Metode penelitian akan menggunakan metode teknoekonomi yang dimulai dengan menentukan geografis lokasi dan demografi objek penelitian. Jumlah pelanggan akan menentukan pendapatan dari implementasi Distributed Antenna Systems (DAS) sedangkan modal (Capex), biaya operasional (Opex) dan proyeksi cash flow akan menentukan nilai NPV dari implemementasi DAS aktif atau pasif. Penelitian ini juga akan menggunakan 3 skenario dalam menentukan jumlah potensi pelanggan. Kemudian hasil akhir perhitungan secara teknoekonomi akan membandingkan DAS aktif dan pasif, untuk menentukan nilai yang paling sesuai dengan kondisi pasar.

Metode Penelitian dibagi menjadi 3 bagian:

1. Metode Analisis
2. Jenis Data
3. Asumsi dan Justifikasi

2.1. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan penelitian yang akan dilakukan secara terstruktur dengan pembuatan framework seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8. Framework Penelitian

Pada Gambar 3.1 secara umum kerangka kerja penelitian terbagi atas beberapa tahapan, dimulai dari penentuan objek penelitian s.d perkiraan pendapatan.

2.1.1. Penentuan Lokasi Objek Penelitian

Lokasi penelitian yang akan digunakan untuk penelitian ini dipilih berdasarkan faktor-faktor sebagai berikut ini:

1. Kepadatan Populasi
2. Kebutuhan Komunikasi
3. Infratrstruktur Telekomunikasi
4. Potensi Keuntungan Ekonomi
5. Ketersediaan Sumber Daya dan Infrastruktur Pendukung
6. Ketersediaan Ruang dan Hak Akses

2.1.2. Pertumbuhan Jumlah Pelanggan

Pada penelitian ini perkiraan jumlah pelanggan akan dilakukan dengan dasar data dari BPS yang menunjukkan bahwa sebanyak 78.18% penghuni rumah tangga termasuk apartemen telah menggunakan internet [15] dan berdasarkan hasil survey dari Asosiasi Jasa Pengguna Internet Indonesia (APJII) menunjukkan bahwa sebesar 78.19% penduduk Indonesia sudah terkoneksi internet [16] serta data hasil survey disalah satu apartement di Jakarta dengan jumlah pelanggan internet sebesar 78% dari total kapasitas unit apartemen seperti ditunjukkan dalam gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Survei Penetrasi dan Perilaku Internet, 2023, APJII

Propose Pengajuan

No	Remarks	Detail
1	Profile Apartement	Midle Low
2	Nama Apartement	Green Palm Residence
2	Total Unit	1200
3	Total Unit Terhuni	936
4	Penghuni Tetap	710
5	Penyewa	226
6	Pelanggan ISP	936

Gambar 10. Survei Pengajuan di Salah Satu Apartemen

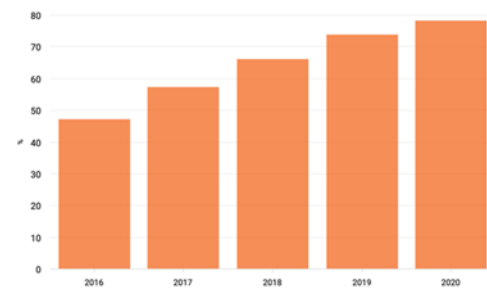
Pada Dengan tiga dasar tersebut perhitungan tersebut peneliti mengambil probabilitas jumlah pelanggan di suatu apartement adalah sebesar 78% dari kapasitas maksimal. jumlah pelanggan di apartement (N) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (2):

$$N(t) = 78.12\% \cdot \text{Kapasitas Max} \quad (2)$$

Keterangan

- N(t) : Perkiraan jumlah pelanggan (kategori high)
- 78.12% : Perkiraan persentase kapasitas maksimum pengguna internet
- T : Periode (tahun)

Sedangkan laju pertumbuhan jumlah pelanggan didapat dari hasil survey BPS tahun 2020 dapat ditunjukkan dalam gambar 11 [19].



Gambar 11. Data BPS Tentang Jumlah Pengguna Internet Rumah Tangga

Dengan rata-rata laju pertumbuhan pengguna internet dalam rumah tangga dapat dihitung dengan persamaan berikut (3)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3)$$

Keterangan

- $\bar{X}$: Nilai rata-rata
- X_i : Nilai data ke-i
- n : Banyaknya data

Probabilitas skenario pelanggan adalah peluang terjadinya salah satu dari ketiga skenario yang sebelumnya disebutkan. Nilai ini didapatkan dengan melakukan riset mengenai kondisi pasar dan bagaimana respon pasar terhadap layanan DAS yang akan dibangun. Maka pada penelitian ini, diasumsikan bahwa skenario yang memiliki probabilitas paling tinggi adalah skenario moderate. Probabilitas ini ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Skenario Jumlah Pelanggan

Skenario Jumlah Pelanggan	Probabilitas
<i>High</i>	$P_a = 0,30$
<i>Moderate</i>	$P_b = 0,50$
<i>Low</i>	$P_c = 0,20$

2.1.3. *PertuKebutuhan Jaringan*

Kebutuhan jaringan bertujuan untuk menentukan jumlah dari antenna yang akan digunakan atau yang diperlukan berdasarkan luas cakupan maupun berdasarkan kapasitas dari jaringan tersebut. berdasarkan cakupan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (4) dan (5):

$$A = \pi r^2 \quad (4)$$

Sehingga jumlah base station berdasarkan kebutuhan cakupan :

$$S = L/A \quad (5)$$

Keterangan

- A : Cakupan antenna
- S : Jumlah antenna yang dibutuhkan
- L : Luas daerah

2.1.4. *Kebutuhan Capex dan Opex*

Capital Expenditure (Capex) adalah dana yang dikumpulkan oleh sebuah perusahaan untuk membeli, memperbaharui, maupun memperbaiki aset dari perusahaan tersebut sedangkan Operational Expenditure (Opex) adalah biaya yang digunakan untuk menjalankan operasi perusahaan setelah implementasi DAS aktif ataupun pasif selesai dibangun. Besarnya Capex dan Opex dalam penelitian ini dipengaruhi oleh luas dan tinggi bangunan yang akan menjadi implelementasi dari DAS. Capex dan Opex pada (DAS) aktif akan lebih besar apabila dibandingkan dengan (DAS) Pasif, dikarenakan perangkat aktif yang digunakan. Komponen material yang digunakan untuk implementasi jaringan DAS seperti ditunjukkan dalam gambar 12.



Gambar 12. Kebutuhan beberapa material Distributed Antenna Systems (DAS)

2.1.5. Pendapatan dan Cash Flow

Sumber pendapatan dihasilkan melalui biaya yang dikeluarkan pelanggan untuk memakai layanan DAS. Layanan ini dapat menawarkan revenue dengan rumus persamaan (6) dan (7).

$$REV(y) = NU \cdot 12 \cdot M \quad (6)$$

$$CF(d)(y) = \begin{cases} -CAPEX(d) & \text{jika } y = 0 \\ = REV(y) - OPEX & \text{jika } 0 < y \leq |Y| \end{cases} \quad (7)$$

Keterangan

- REV : Pendapatan
- NU : Pendapatan per bulan
- M : Variabel pelanggan
- CF : Cash Flow
- CAPEX : Biaya modal
- OPEX : Biaya operasional

2.1.6. Present Value dan Nett Present Value

Present value (PV) adalah nilai dari cash flow selama periode cash flow dihasilkan yang diubah ke dalam nilai di waktu saat ini. NPV adalah sebuah alat yang bisa digunakan untuk menilai apakah sebuah proyek investasi layak dibangun atau tidak. Sebuah proyek investasi dapat dikatakan baik apabila nilai NPV nya positif dengan persamaan (8) dan (9) [11][12].

$$PV = \sum_{k=0}^{k=n} \frac{CF_k}{[(1+R)]^k} \quad (8)$$

$$NPV = PV - CAPEX \quad (9)$$

Keterangan

- NPV : Nilai Net Present Value
- PV : Present Value
- CF : Cash Flow
- R : Faktor Diskon (10%)
- I : Periode

karena ada tiga skenario pelanggan, maka nilai Expected NPV(ENPV) ditentukan dengan persamaan (3.9) berikut :

$$ENPV = P_a \times NPV_a + P_b \times NPV_b + P_c \times NPV_c \quad (10)$$

2.2. Jenis Data Penelitian

Dalam melakukan analisis teknoekonomi, proses pengumpulan data adalah data sekunder dimana data yang digunakan berasal dari beberapa document jurnal, paper, dan studi terdahulu. Data ini meliputi luas dan demografi apartement, data koefisien inovasi dan imitasi negara di Asia Pasific, data satuan harga dan cakupan dari antenna, data Capex dan Opex tiap-tiap scenario Distributed Antenna Systemss (DAS).

2.3. Asumsi dan Justifikasi

Dalam melakukan analisis tekno ekonomi, ada beberapa asumsi yang digunakan, yaitu:

1. Asumsi skenario jumlah pelanggan
Pada penelitian ini, jumlah pelanggan internet dibagi menjadi tiga skenario jumlah pelanggan, yaitu: high, moderate, dan low. Dimana skenario high adalah jumlah 78% dari kapasitas maksimal hunian apartement, kemudian moderate adalah 60% dari skenario high, dan low adalah 60% dari skenario moderate.
2. Asumsi peluang skenario jumlah pelanggan
Pada penelitian ini, skenario jumlah pelanggan memiliki probabilitas tertentu. Dengan total probabilitas adalah 1, maka probabilitas untuk setiap skenario yang diasumsikan pada penelitian ini adalah 30% untuk high, 50% untuk moderate dan 20% untuk low.
3. Factor diskon
Faktor diskon digunakan untuk mengubah nilai aspek ekonomi masa depan kemasa sekarang atau masa yang ditentukan. Pada penelitian ini faktor diskon diasumsikan sebesar 5%.
4. Biaya penggunaan Distributed Antenna Systems (DAS) aktif dan pasif.
Pada pada penelitian ini, pengguna yang menggunakan layanan DAS akan dikenakan biaya kedalam 2 jenis layanan, layanan dengan menggunakan bandwidth sebesar USD 1.75 untuk setiap GBnya, artinya sama dengan IDR 26.078.5 per GB[3] dan layanan dengan menggunakan paket bulanan dengan perbulannya adalah sebesar USD 89 perbulannya artinya sama dengan IDR 1.333.722,85 [17]
5. Jangkauan antenna dan kabel koaksial.
Jangkauan antenna omni directional yang digunakan adalah seluas 50m² dan jangkauan kabel koaksial yang digunakan adalah sejauh 200m [21].
6. Churn rate
Kondisi dimana suatu pengguna mengalihkan atau membatalkan keanggotaannya untuk menggunakan jasa tersebut. Pada penelitian ini, churn diasumsikan 0% yang berarti setiap pengguna akan tetap menggunakan layanan atau jasa tersebut selama periode penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Lokasi Pembangunan Distributed Antenna Systems

Pada penelitian ini, untuk lokasi pembangunan jaringan Distributed Antenna Systems (DAS) aktif, dan Distributed Antenna Systems (DAS) pasif akan diimplementasikan dalam sebuah apartemen bernama Menara Kebon Jeruk, berlokasi di daerah Jabodetabek, lokasi apartemen ditunjukkan dalam gambar 13. berikut ini.



Gambar 13. Peta Apartemen Lokasi Penelitian

Apartemen ini terdiri dari 20 lantai, total unit sebanyak 682, dengan jumlah accoupanansi mencapai 80% dan jumlah pengunjung mencapai 600 orang lebih setiap harinya, dengan beberapa informasi tambahan serta fasilitas apartemen dapat dilihat dalam table 2 [13].

Tabel 2. Informasi Tentang Apartement Menara Kebon Jeruk

No	Deskripsi	Keterangan
1	Nama	Apartemen Menara Kebon Jeruk
2	Luas Lahan	0.47 Hektar
3	Jumlah Lantai	20 Lantai
4	Tinggi	273 Meter
5	Jumlah Unit	682 Unit
6	Jumlah Lift	2 Lift Penumpang
7	Fasilitas	- Lahan Parkir - Jaringan ATM - Mini Market

3.2. Smartcomp

Perkiraan dan Pertumbuhan Jumlah Pelanggan

Pada Pada penelitian ini model untuk menentukan perkiraan jumlah pelanggan yang menggunakan internet untuk suatu apartemen dilakukan dengan cara membandingkan jumlah penetrasi internet di Indonesia sebesar 78.19% dan jumlah pengguna internet untuk rumah atau apartemen sebesar 78.18%, dari dasar perhitungan tersebut, didapat perkiraan jumlah pelanggan pada tahun ke-1 suatu apartemen berkapasitas 682 Unit adalah sebanyak 533 pelanggan, dapat ditunjukkan dalam tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. Perkiraan Jumlah Pelanggan Tahun Ke-1

N(t)	Perkiraan Jumlah Pelanggan
1	533

Sedangkan laju pertumbuhan pengguna internet dalam apartemen adalah sebesar 7.74% setiap tahunnya, maka penambahan jumlah pelanggan yang menggunakan internet dalam 3 tahun kedepan dapat ditunjukkan dalam tabel 4.

Tabel 4. Perkiraan Pertumbuhan Jumlah Pelanggan 7.74% Per Tahun

N(t)	Perkiraan Jumlah Pelanggan
1	533

2	573
3	614

Jumlah unit yang tidak menggunakan layanan internet diperkirakan sebesar 10% dari total jumlah unit pada apartemen, yaitu sebanyak 68 unit.

Pada penelitian ini terdapat 3 skenario jumlah pelanggan, detail perhitungan dapat dilihat pada tabel 5, dimana skenario jumlah pelanggan tersebut adalah skenario high, moderate dan low. Dalam konteks ini, "high" mengindikasikan situasi di mana jumlah pelanggan diperkirakan akan tinggi, "moderate" mengindikasikan situasi di mana jumlah pelanggan diperkirakan akan sedang, dan "low" mengindikasikan situasi di mana jumlah pelanggan diperkirakan akan rendah. Skenario jumlah pelanggan ini berguna dalam perencanaan bisnis, pengembangan produk, dan pengambilan keputusan strategis.

Tabel 5. Perkiraan Jumlah Pelanggan dengan 3 skenario

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan		
	High	Moderate	Low
1	533	320	192
2	573	344	206
3	614	368	221

Sedangkan untuk probabilitas untuk masing-masing skenario dapat dibedakan dengan pendekatan sebagai berikut: Penggunaan persentase untuk masing-masing skenario (high, moderate, dan low) dapat bervariasi tergantung pada kondisi pasar, risiko bisnis, dan analisis yang dilakukan. Tidak ada persentase yang pasti atau standar yang dapat diterapkan secara umum untuk semua industri atau bisnis. Namun, berikut adalah perkiraan persentase yang dapat digunakan sebagai acuan umum dan ringkasan probabilitas dari tiap skenario dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Probabilitas Tiap Skenario

Skenario Pelanggan		
High	Moderate	Low
30%	50%	20%

3.3. *Perkiraan Kebutuhan Layanan*

Kebutuhan layanan internet dibagi menjadi 2 kategori:

1. Kebutuhan layanan berdasarkan pemakaian bandwidth (GB) perbulannya, dengan standarisasi harga 1 GB adalah sebesar IDR 26.078,5. Dengan penggunaan rata-rata perbulan adalah sebesar 100 GB.
2. Kebutuhan layanan paket bulanan, dengan standarisasi harga paket 1 bulannya adalah sebesar IDR 1.333.665.

3.4. *Kebutuhan Jaringan*

3.4.1. *Kebutuhan Jaringan Berdasarkan Coverage Antenna*

Coverage antenna omni yang digunakan untuk implementasi jaringan DAS adalah sebagai berikut:

$$A = 50\text{m}^2$$

3.4.2. Kebutuhan Jaringan Berdasarkan Coverage Area

Berdasarkan literatur cakupan dari antenna DAS adalah 50m^2 , ini artinya untuk kebutuhan 1 lantai yang berluas rata 1000m^2 membutuhkan 20 Omni Antenna.

Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$S = L/A$$

- Jumlah Antenna yang dibutuhkan untuk 1 lantai = $1000\text{m}^2/50\text{m}^2$
= 20 Pcs Omni Antenna
- Untuk Gedung apartemen 20 lantai membutuhkan = 20 lt x 20 Omni Antenna

3.5. Analisis Keekonomian

Analisis keekonomian digunakan untuk menentukan besarnya modal (CAPEX) dan (OPEX) dari implementasi DAS aktif dan pasif. Untuk menentukan analisis keekonomian terdiri dari beberapa factor, yaitu kebutuhan:

1. Capex dan Opex
2. Perkiraan pendapatan DAS dalam 3 tahun
3. Cash Flow selama 3 Tahun
4. Present Value dan Net Present Value dari Implementasi DAS Aktif dan Pasif

3.5.1. Capex dan Opex

Rincian biaya kebutuhan Capex dan Opex untuk masing-masing skenario adalah sebagai berikut:

1. Capex DAS aktif IDR 2.244.275.000
2. Opex DAS aktif IDR 673.282.500
3. Capex pasif IDR 546.275.000
4. Opex DAS pasif IDR 163.882.500

3.5.2. Perkiraan Pendapatan Dalam 3 Tahun

Rincian Pendapatan yang diterima dengan pemasangan DAS ditentukan dari jumlah pelanggan dan penggunaan pelanggan selama 1 bulan dikalikan 1 tahun, dengan standarisasi harga 1 GB adalah sebesar IDR 26.078,5. Diasumsikan bahwa pengguna jaringan DAS akan tetap melanjutkan langganannya, maka dapat dinyatakan bahwa $M = 1$. Dengan demikian, besarnya pendapatan dari jaringan DAS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.5)

1. Untuk skenario pelanggan high selama 3 tahun ditunjukkan pada tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Pendapatan Pelanggan Skenario High dengan Pemakaian 100 GB

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan				
	High	Harga 1 GB	Bandwith / Bulan (GB)	Harga Per Bulan	Harga Per Tahun
1	533	IDR 26.028,5	100	IDR 1.387.319.050	IDR 16.647.828.600
2	573	IDR 26.028,5	100	IDR 1.491.433.050	IDR 17.897.196.600
3	614	IDR 26.028,5	100	IDR 1.598.149.900	IDR 19.177.798.800

Sedangkan perkiraan pendapatan dari skenario pelanggan high untuk kebutuhan layanan paket bulanan ditunjukkan pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Pendapatan Pelanggan Skenario High dengan Paket Bulanan

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan			
	High	Bulan	Harga Per Bulan	Harga Per Tahun
1	533	12	IDR 1.333.665	IDR 8.530.121.340
2	573	12	IDR 1.333.665	IDR 9.170.280.540
3	614	12	IDR 1.333.665	IDR 9.826.443.720

2. Untuk skenario pelanggan moderate selama 3 tahun ditunjukkan pada tabel 9 sebagai berikut.

Tabel 9. Pendapatan Pelanggan Skenario Moderate dengan Pemakaian 100 GB

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan			
	High	Bulan	Harga Per Bulan	Harga Per Tahun
1	533	12	IDR 1.333.665	IDR 8.530.121.340
2	573	12	IDR 1.333.665	IDR 9.170.280.540
3	614	12	IDR 1.333.665	IDR 9.826.443.720

Sedangkan perkiraan pendapatan dari skenario pelanggan Moderate untuk kebutuhan layanan paket bulanan ditunjukkan pada tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Pendapatan Pelanggan Skenario Moderate dengan Paket Bulanan

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan			
	Moderate	Bulan	Harga Per Bulan	Harga Per Tahun
1	320	12	IDR 1.333.665	IDR 5.118.072.804
2	344	12	IDR 1.333.665	IDR 5.502.168.324
3	368	12	IDR 1.333.665	IDR 5.895.866.232

3. Untuk skenario pelanggan low selama 3 tahun ditunjukkan pada tabel 11 sebagai berikut.

Tabel 11. Pendapatan Skenario Low dengan Pemakaian 100 GB

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan				
	Low	Harga 1 GB	Bandwith / Bulan (GB)	Harga Per Bulan	Harga Per Tahun
1	192	IDR 26.028,5	100	IDR 499.434.858	IDR 5.993.218.296
2	206	IDR 26.028,5	100	IDR 536.915.898	IDR 6.442.990.776
3	221	IDR 26.028,5	100	IDR 575.333.964	IDR 6.904.007.568

Sedangkan perkiraan pendapatan dari skenario pelanggan Low untuk kebutuhan layanan paket bulanan ditunjukkan pada tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Pendapatan Pelanggan Skenario Low dengan Paket Bulanan

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan			
	Low	Bulan	Harga Per Bulan	Harga Per Tahun
1	192	12	IDR 1.333.665	IDR 3.070.843.682
2	206	12	IDR 1.333.665	IDR 3.301.300.994
3	221	12	IDR 1.333.665	IDR 3.537.519.739

3.5.3. Rumus Matematika

Cash flow adalah metode yang digunakan untuk mencatat pemasukan dan pengeluaran pada suatu perusahaan. Nilai cash flow akan menjadi negatif apabila pengeluaran lebih besar dari pada pendapatan dan akan menjadi positif apabila pengeluaran lebih kecil dari pendapatan. Dengan menggunakan persamaan (3.6) dimana pendapatan didapatkan mulai dari tahun ke-1, maka nilai cash flow dari jaringan DAS aktif untuk setiap skenario pelanggan ditunjukkan pada tabel 13, 14 dan 15 dibawah:

Tabel 13 Cash Flow DAS Aktif Untuk Skenario Pelanggan High

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan High	
	100 GB	Paket Bulanan
0	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)
1	IDR 15.974.546.100	IDR 7.856.838.840
2	IDR 17.223.914.100	IDR 8.496.998.040
3	IDR 18.504.516.300	IDR 9.153.161.220

Tabel 14. Cash Flow DAS Aktif Untuk Skenario Pelanggan Moderate

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan Moderate	
	100 GB	Paket Bulanan
0	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)
1	IDR 9.315.414.660	IDR 4.444.790.304
2	IDR 10.065.035.460	IDR 4.828.885.824
3	IDR 10.833.396.780	IDR 5.222.583.732

Tabel 15. Cash Flow DAS Aktif Untuk Skenario Pelanggan Low

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan Low	
	100 GB	Paket Bulanan
0	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)
1	IDR 5.319.935.796	IDR 2.397.561.182
2	IDR 5.769.708.276	IDR 2.628.018.494
3	IDR 6.230.725.068	IDR 2.864.237.239

Sedangkan nilai cash flow dari jaringan DAS pasif untuk setiap skenario pelanggan ditunjukkan pada tabel 16, 17, dan 18 dibawah:

Tabel 16 Cash Flow DAS Pasif Untuk Skenario Pelanggan High

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan High	
	100 GB	Paket Bulanan
0	IDR (546.275.000)	IDR (546.275.000)
1	IDR 16.483.946.100	IDR 8.366.238.840
2	IDR 17.733.314.100	IDR 9.006.398.040
3	IDR 19.013.916.300	IDR 9.662.561.220

Tabel 17 Cash Flow DAS Pasif Untuk Skenario Pelanggan Moderate

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan Moderate	
	100 GB	Paket Bulanan
0	IDR (546.275.000)	IDR (546.275.000)
1	IDR 9.824.814.660	IDR 4.954.190.304
2	IDR 10.574.435.460	IDR 5.338.285.824
3	IDR 11.342.796.780	IDR 5.731.983.732

Tabel 18 Cash Flow DAS Pasif Untuk Skenario Pelanggan Low

Tahun Ke-	Skenario Pelanggan Low	
	100 GB	Paket Bulanan
0	IDR (546.275.000)	IDR (546.275.000)
1	IDR 5.829.335.796	IDR 2.906.961.182
2	IDR 6.279.108.276	IDR 3.137.418.494
3	IDR 6.740.125.068	IDR 3.373.637.239

Dari tabel diatas ditunjukkan bahwa cash flow belum dikonversi ke nilai present valuenya pada tahun ke-0 dan pada tahun tersebut cash flow masih bernilai negative dikarenakan masih dalam tahapan pembangunan jaringan. Dari semua skenario pelanggan high, moderate dan low masih menghasilkan cash flow yang positif, hal ini disebabkan harga layanan mobile 5G dengan teknologi DAS yang tergolong masih mahal dan masih menggunakan harga standar di luar negeri, baik itu harga layanan per bandwidth (GB) ataupun harga layanan paketan perbulannya.:

3.5.4. Present Value dan Nett Present Value

Present value adalah nilai dari cash flow yang diubah ke dalam nilai di masa tahun ke-0 sedangkan net present value adalah nilai present value yang dikurangi dengan biaya investasi awal yang digunakan untuk membangun jaringan DAS. Dalam penelitian ini, investasi awal adalah CAPEX atau biaya modal dalam membangun jaringan DAS. Dengan menggunakan persamaan (3.7) dan (3.8), present value dan net present value DAS Aktif dari setiap skenario pelanggan ditunjukkan pada Tabel 19 untuk pelanggan yang menggunakan bandwidth dan 20 untuk pelanggan yang menggunakan paket bulanan adalah sebagai berikut.

Tabel 19. PV dan NPV DAS Aktif Untuk Tiap Skenario Pelanggan (100 GB)

Tahun Ke-	Present Value Skenario Pelanggan (100 GB)		
	High	Moderate	Low
0	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)
1	IDR 14.489.384.218	IDR 8.449.355.701	IDR 4.825.338.590
2	IDR 15.622.597.823	IDR 9.129.283.864	IDR 5.233.295.488
3	IDR 16.784.141.769	IDR 9.826.210.231	IDR 5.651.451.309
Total PV	IDR 46.896.123.810	IDR 27.404.849.796	IDR 15.710.085.388
NPV	IDR 44.651.848.810	IDR 25.160.574.796	IDR 13.465.810.388

Tabel 20. PV dan NPV DAS Aktif Untuk Tiap Skenario Pelanggan (Paket)

Tahun Ke-	Present Value Skenario Pelanggan Paket Bulanan		
	High	Moderate	Low
0	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)
1	IDR 7.126.384.435	IDR 4.031.555.831	IDR 2.174.658.669
2	IDR 7.707.027.701	IDR 4.379.941.790	IDR 2.383.690.244
3	IDR 8.302.187.048	IDR 4.737.037.399	IDR 2.597.947.609
Total PV	IDR 23.135.599.184	IDR 13.148.535.020	IDR 7.156.296.522
NPV	IDR 20.891.324.184	IDR 10.904.260.020	IDR 4.912.021.522

Present value dan net present value DAS Pasif dari setiap skenario pelanggan ditunjukkan pada Tabel 21 untuk pelanggan yang menggunakan bandwidth dan 22 untuk pelanggan yang menggunakan paket bulanan adalah sebagai berikut.

Tabel 21. PV dan NPV DAS Pasif Untuk Tiap Skenario Pelanggan (100 GB)

Tahun Ke-	Present Value Skenario Pelanggan (100 GB)		
	High	Moderate	Low
0	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)
1	IDR 14.951.425.034	IDR 8.911.396.517	IDR 5.287.379.407
2	IDR 16.084.638.639	IDR 9.591.324.680	IDR 5.695.336.305
3	IDR 17.246.182.585	IDR 10.288.251.048	IDR 6.113.492.125
Total PV	IDR 48.282.246.259	IDR 28.790.972.245	IDR 17.096.207.837
NPV	IDR 46.037.971.259	IDR 26.546.697.245	IDR 14.851.932.837

Tabel 22. PV dan NPV DAS Pasif Untuk Tiap Skenario Pelanggan (Paket)

Tahun Ke-	Present Value Skenario Pelanggan Paket Bulanan		
	High	Moderate	Low
0	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)	IDR (2.244.275.000)
1	IDR 7.588.425.252	IDR 4.493.596.648	IDR 2.636.699.485
2	IDR 8.169.068.517	IDR 4.841.982.607	IDR 2.845.731.061
3	IDR 8.764.227.864	IDR 5.199.078.215	IDR 3.059.988.426
Total PV	IDR 24.521.721.633	IDR 14.534.657.469	IDR 8.542.418.971
NPV	IDR 22.277.446.633	IDR 12.290.382.469	IDR 6.298.143.971

Dari hasil NPV setiap skenario pelanggan diketahui bahwa skenario jumlah pelanggan low akan menghasilkan NPV yang lebih kecil dari skenario lainnya.

Nilai Expected NPV ditentukan dengan menggunakan persamaan (3.8) sebagai berikut:

1. ENPV Das aktif (Pelanggan 100 GB) = IDR 28.669.004.118
2. ENPV Das aktif (Pelanggan Paket Bulanan) = IDR 12.701.931.570
3. ENPV Das pasif (Pelanggan 100 GB) = IDR 30.055.126.567
4. ENPV Das pasif (Pelanggan Paket Bulanan) = IDR 14.088.054.019

Hasil ENPV positif menunjukkan bahwa jaringan DAS diharapkan memiliki peluang yang baik untuk menghasilkan NPV positif.

4. KESIMPULAN

Pembangunan implementasi jaringan Distributed Antenna Systems (DAS) aktif maupun pasif yang memiliki okupansi tinggi dan padat diprediksi akan lebih menghasilkan ENPV yang bernilai positif sehingga memiliki peluang untuk menghasilkan keuntungan akan lebih besar tetapi dengan adanya resiko jumlah pelanggan yang tidak mengambil layanan ini, tentu akan berakibat implementasi jaringan DAS yang mengalami kerugian

Untuk apartement yang tinggi dan luas disarankan menggunakan jaringan Distributed Antenna Systems (DAS) aktif dibandingkan menggunakan jaringan Distributed Antenna Systems (DAS) pasif dikarenakan jangkauan DAS pasif yang tidak dapat menjangkau seluruh area..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/12/05/ini-perbandingan-kecepatan-internet-5g-4g-dan-wifi-di-indonesia>.
- [2] Christos Bouras, Stylianos Kokkalis, Anastasia Kollia, Andreas Papazois, 2018, "Technoeconomic analysis of MIMO & DAS in 5G", IEEE.
- [3] Arif Adi Kusuma, Muhammad Suryanegara, "Upgrading Mobile Network to 5G:
- [4] The Technoeconomic Analysis of Main Cities in Indonesia", Telecommunication Management, Dept. of Electrical Engineering, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- [5] <https://vycev.wordpress.com/2018/10/12/perkembangan-teknologi-1g-2g-3g-3-5g-4g-dan-5g/>

- [6] Abudurrachman Aziz, 2018, "Rancang Bangun Sistem Aktif Inbuilding Distributed Antenna Systems Pada Studi Kasus PT. Pranalika Energi Nusa Untuk Gedung XYZ", Program Studi Teknik aelektro, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.
- [7] <https://www.everythingrf.com/community/what-are-distributed-antenna-systems>
- [8] Dini Andriani, 2021, "Analisis Tekno Ekonomi Penerapan Irigasi Tetes Pada Lahan Kering (Studi Kasus Tanaman Tomat)", Universitas Muhammadiyah Mataram.
- [9] Christos Bouras, Vasileios Kokkinos, Anastasia Kollia, Andreas Papazois, "Technoeconomic Analysis of Ultra-dense and DAS Deployments in Mobile 5G", Computer Engineering & Informatics Dept., University of Patras, Greece.
- [10] R. -H. Chen and S. -C. Chang, "Modeling Content and Membership Growth Dynamics of User-Generated Content Sharing Networks With Two Case Studies," in IEEE Access, vol. 6, pp. 4779-4796, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2789334.
- [11] C. B. A. Khan, "Estimating diffusion of technology using user perceptual values: A conceptual model," 2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), 2018, pp. 401-405, doi: 10.1109/IEA.2018.8387133.
- [12] M. Chrysostomou, N. Christofides and K. Efstathiou, "Technoeconomic Analysis of Photovoltaic Systems Integration in Power Grid and Off-Grid Telecom Stations in Cyprus," 2021 29th Telecommunications Forum (TELFOR), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELFOR52709.2021.9653293.
- [13] V. Díaz and D. Marcano Aviles, "A Path Loss Simulator for the 3GPP 5G Channel Models," 2018 IEEE XXV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON), 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/INTERCON.2018.8526374.
- [14] <https://www.rumah.com/detil-properti/apartemen-menara-kebon-jeruk-21035>
- [15] <https://dribbble.com/shots/5098618-Distributed-Antenna-System-Das>
- [16] <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/10/06/penetrasi-internet-indonesia-meningkat-saat-pandemi-covid-19>
- [17] Survei Penetrasi dan Perilaku Internet, 2023, APJII
- [19] <https://centum.com/en/the-cost-of-5g-technology-will-it-be-expensive/>
- [20] Hayyu Rachimi, 2016, "Implementasi DAS (Distributed Antenna Systems) di Gedung Hotel Ibis Circle Kuta Bali", Jurusan Teknik Telekomunikasi, Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta.
- [21] <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/1GHz-bi-directional-CATV-line-extender-597801742.html>
- [22] <https://www.bhinneka.com/jual?cari=antenna+omni>
- [23] <https://www.rumah.com/panduan-properti/kabel-coaxial-69453>