

Rekomendasi Arsitektur Jaringan Nirkabel berbasis *Hotspot* untuk area pedesaan (Studi Kasus Pedesaan Jawa Timur Indonesia)

Sabri Balafif¹, Tining Haryanti²^{1,2} Universitas Muhammadiyah Surabaya

Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia 60113

e-mail: sabri.balafif@ft.um-surabaya.ac.id, tinging.haryanti@ft.um-surabaya.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola trafik internet pada beberapa lokasi yang diteliti. Pengamatan dilakukan selama dua belas (12) bulan. Data diolah dengan metode statistika untuk mendapatkan proyeksi pengguna internet dan kebutuhan titik hotspot. Penelitian menghasilkan rekomendasi kebutuhan hotspot dengan mempertimbangkan mobilitas pengguna internet dan countur lokasi. Rekomendasi perangkat berbeda pada tiap lokasi dari sisi geografis dan padatnya area. Line of Sight mempengaruhi kemampuan perangkat dalam memancarkan signal internet. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya peningkatan pengguna internet pada hari raya umat Islam, Hal ini diduga karena mayoritas masyarakat pada lokasi tersebut muslim. Proyeksi pelanggan di 300 desa didapatkan minimum penetrasi 36,7% dan maksimal 85,2%. Rekomendasi sejumlah 940 Titik hotspot dengan area bandwidth secara statik sebesar 3Mbps (aggregate download dan upload). Penelitian memperhitungkan Link Budget perangkat backhoul tier 3 dengan frekuensi 24Ghz. Setiap perangkat dapat menangani rata-rata jumlah device yang terkoneksi secara bersama sejumlah > 200 Device teknologi Wi-Fi (IEEE 802.11). Beban total trafik > 1,6 GBPS. Rekomendasi Arsitektur broadband wireless access Berbasis Hotspot Di Jawa Timur yaitu Surabaya 140 lokasi dengan 400 titik hotspot, Mojokerto sejumlah 70 lokasi dengan 210 titik hotspot. Pandaan sejumlah 80 lokasi dengan 240 titik hotspot Malang 43 lokasi dengan 90 titik hotspot.

Kata kunci: *Broadband Wireless Access, Hotspot, Line Of Sight*

Abstract— This study aims to determine the pattern of internet traffic in several locations in Jawa Indonesia. Observations were made for twelve (12) months. Data is processed using statistical methods to obtain projections of internet users and hotspot needs. This study produces recommendations for hotspot needs by considering internet user mobility and location contours. Device recommendations vary by location in terms of geography and crowded areas. Line of Sight affects the ability of the device to emit internet signals. The results showed an increase in internet users on Muslim holidays. Projected customers in 300 villages have a minimum penetration of 36.7% and a maximum of 85.2%. The recommended number of 940 hotspots with a static area of 3Mbps (download aggregate and upload). This study takes into account the tier 3 Link Budget backhoul device with a frequency of 24Ghz. Each device can handle the average number of devices that are connected together by > 200 Wi-Fi technology devices (IEEE 802.11). Total traffic load > 1.6 GBPS. Architectural recommendations for broadband wireless access based on hotspots in East Java, Surabaya, 140 locations with 400 hotspots, Mojokerto with 70 locations with 210 hotspots. Pandaan a total of 80 locations with 240 Malang hotspots 43 locations with 90 hotspots

Keywords: *Broadband Wireless Access, Hotspot, Line Of Sight*

I. PENDAHULUAN

Salah satu hal yang penting dalam komunikasi radio pada frekuensi tinggi adalah kondisi *Line Of Sight* (LOS) antara pemancar dan penerima[1]. Ada dua jenis LOS, yaitu *Optical Line of Sight*, kondisi dimana pemancar dapat melihat secara optik posisi penerima, dan *Radio Line of Sight*, kondisi dimana penerima bisa mendengarkan transmisi dari pemancar. Untuk memperoleh LOS yang baik, minimal 60% dari Fresnel Zone yang pertama di tambah 3 (tiga) meter harus bebas dari berbagai hambatan / rintangan[2]. Tantangan penggunaan jaringan nirkabel dalam menyediakan akses internet kecepatan tinggi pada

kondisi topografi pedesaan di Indonesia (memiliki kontur pengunungan dengan kondisi cuaca ekstrem) adalah kondisi lintasan komunikasinya dalam kategori *near line of sight* (nLOS)[3].

Atas dasar kompleksitas tersebut maka dalam proses memperkirakan redaman lintasan dari teknologi yang akan diimplementasikan pada lingkungan pedesaan, maka mekanisme perambatan gelombang electromagnetic yang dihasilkan akan direlasionalkan dengan factor-faktor rambatan (Propagasi) secara umum sangat dipengaruhi oleh efek pantulan(reflection), difraksi, dan hamburan(scattering)[4].

Model propagasi merupakan cara untuk memprediksi daya sinyal rata-rata. Model propagasi sendiri dapat dibagi menjadi dua yaitu model teoritis dan model empiris. Dalam penelitian ini model yang digunakan adalah model empiris yang bersifat deskriptif dan *exploratory* dengan model *coverage and capacity dimensioning*, metode tersebut bertujuan untuk mengukur performa maksimal dari teknologi nirkabel yang akan digunakan. Proses penelitiannya dilakukan dengan studi kasus sampel area (10 desa di Jawa Timur) untuk merepresentasikan karakteristik pedesaan di Indonesia, Sedangkan pendekatan analisisnya dilakukan dengan dua cara, yaitu simulasi pada kondisi nyata dilapangan dan simulasi laboratorium yang mereplikasi kondisi nyata dilapangan.

II. STUDI PUSTAKA

Broadband Wireless Access atau akses pita lebar berbasis nirkabel merupakan teknologi akses yang dapat menawarkan akses data/internet berkecepatan tinggi dan berkemampuan menyediakan layanan kapanpun dan dimanapun dengan menggunakan media nirkabel[5].

A. Klasifikasi Broadband Wireless Access di Indonesia

Sesuai dengan Peraturan DITJEN POSTEL,DEPKOMINFO dalam dokumen White Paper Penataan Spektrum Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel (*Broadband Wireless Access/BWA*) [6], Klasifikasi Broadband Wireless Access di Indonesia adalah sebagai berikut :

- 1) Akses Pita Lebar berbasis Nirkabel atau *Broadband Wireless Access* (BWA)[7] merupakan teknologi akses yang dapat menawarkan akses data/internet berkecepatan tinggi dan berkemampuan menyediakan layanan kapan dan dimanapun (*anytime anywhere*) dengan menggunakan media nirkabel.
- 2) Terdapat sejumlah layanan yang dapat disediakan oleh penyelenggaraan BWA antara lain akses internet pita lebar, VoIP/Teleponi, Multimedia, layanan on demand, yang dapat diakses melalui 1 (satu) perangkat saja secara bersamaan.
- 3) Terdapat 2 (dua) kategori layanan BWA, yaitu *Fixed BWA* dan *Mobile BWA*. *Fixed BWA* menawarkan layanan akses pelanggan tetap (sebagaimana yang telah diterapkan pada layanan-layanan BWA sebelumnya), sedang *Mobile BWA* dapat digunakan untuk akses pelanggan tetap dan bergerak.
- 4) Sejumlah kelompok industri berusaha mempromosikan standar teknologi yang dikembangkannya berusaha menjadi standar yang dapat diadopsi di seluruh dunia dengan frekuensi yang sama, sehingga perangkat dapat dibuat dalam volume sangat besar (*mass market volume*), dan harga akan dapat ditekan sedemikian rupa, sehingga pada akhirnya konsumen mendapatkan layanan yang murah, berkualitas dan dapat digunakan di mana saja.
- 5) Sejumlah standar teknologi yang sedang dikembangkan dan diperjuangkan untuk menjadi standar global untuk layanan BWA antara lain WCDMA (3GPP), CDMA1xEVDO (3GPP2), WiFi (802.11), WIMAX (802.16) dan *Mobile WiFi* (802.20)

III. METODE

A. Analisis Kasus

Penelitian ini bersifat deskriptif dan *exploratory* karena tidak ada hipotesis yang diformulasikan dari awal untuk dibuktikan. Sedangkan metodologi nya adalah *coverage and capacity dimensioning*, dengan tujuan kajian mengukur performa maksimal dari teknologi tersebut. Proses penelitiannya dilakukan dengan studi kasus sampel area (10 desa di Jawa Timur) untuk merepresentasikan karakteristik pedesaan di Indonesia, Sedangkan pendekatan analisisnya dilakukan dengan dua cara, yaitu teknik simulasi pada kondisi nyata dilapangan dan simulasi laboratorium yang mereplikasi kondisi nyata dilapangan. Sedangkan tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1) Perencanaan Jaringan

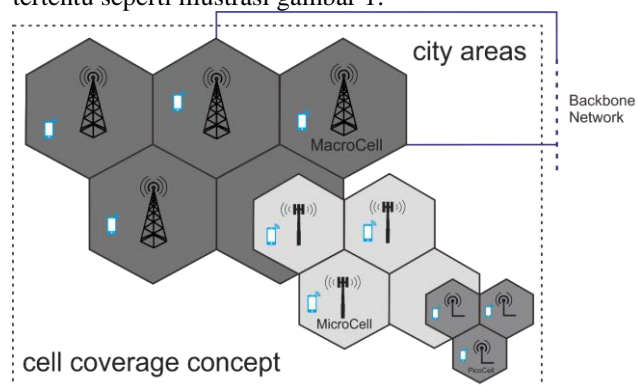
Pada bagian ini perencanaan jaringan akan dianalisis dengan tahapan :

1. Skema Arsitektur dan Model Cakupan Radius, langkah ini difungsikan untuk menjelaskan Arsitektur dari jaringan *broadband wireless access* (BWA) berbasis hotspot
 2. *Coverage Planning* (perencanaan cakupan), langkah ini difungsikan untuk menggambarkan radius cakupan area;
 3. *Capacity Planning* (perencanaan kapasitas), langkah ini difungsikan untuk memeriksa kapasitas jaringan terhadap estimasi trafik yang lebih detail, adapun beberapa aktivitas yang akan dilakukan adalah :
 - a. Perhitungan Demand Trafik ;
 - b. Perhitungan Kapasitas link.
- #### 2) Pengujian Jaringan
- a. Pengujian Pengujian Kapasitas Berdasarkan Jarak;
 - b. Pengujian Kapasitas Berdasarkan Ketahanan terhadap Inteferensi;
 - c. Pengujian Berdasarkan *Concurrent User Connected*

IV. HASIL PENGUJIAN

A. Model Cakupan Radius

Jika sistem komunikasi bergerak berbasis seluler secara umum dibentuk dalam kawasan cell dengan dimensi tertentu seperti ilustrasi gambar 1.



Gambar 1. Model radius sellular network

Model pembagian covered berdasarkan *scope* hirarkinya, yaitu :

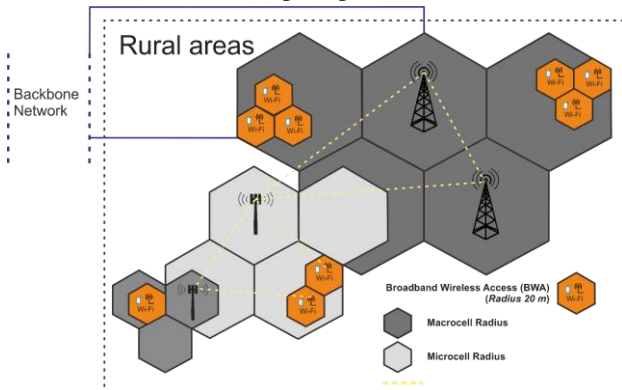
a) Macrocell[8] memiliki transmit power yang lebih tinggi, dan *coverage* lebih luas. Umumnya macro cell banyak ditempatkan di daerah pinggiran kota yang mempunyai kepadatan rendah (*low traffic*) dan sesuai bagi pelanggan yang membutuhkan mobilitas tinggi. Jarak jangkauan bisa berbeda antar operator, tergantung desain yang dibutuhkan. Maksimum macro cell mempunyai jangkauan hingga 35 km, pada realitanya macro cell hanya beroperasi hingga 20 km saja. Ini disebabkan adanya halangan-halangan yang mengganggu penetrasi signal.

b) Micro cell biasanya ditempatkan di pinggiran jalan atau di sela-sela pojok gedung. Macro cell dirancang bagi komunikasi pelanggan dengan kepadatan tinggi, namun bermobilitas rendah. Ciri *micro cell* yakni *coverage* nya kecil namun kapasitas besar dengan *transmit power* yang rendah. Biasanya antenanya cukup dipasang di plafon atau langit-langit suatu ruangan, ada juga tanpa antena alias ditempel pada dinding. Micro cell sendiri dibagi ke dalam *micro cell standar*, *pico cell*, dan *nano cell*. Maksimum *micro cell* mempunyai jangkauan antara 500 meter hingga 1 km.

c) Pico cell[9] adalah solusi di indoor untuk meningkatkan kualitas sinyal dan menambah kapasitas trafik dengan cara membangun sel baru di dalam gedung. DAS (*distributed antenna system*) adalah salah satu sistem jaringan di pico cell yang efektif dan efisien dimana distribusi sinyal seluler diradiasikan oleh setiap antena pico. Komponen – komponen perencanaan DAS terdiri dari *coverage commitment*, *antenna layout*, *schematic diagram*, *sectorization*, *link budget* dan *coverage prediction*. DAS dibagi menjadi 2 yaitu DAS single operator dan multioperator, DAS multioperator menggunakan combiner untuk menggabungkan sinyal di beberapa band frekuensi berbeda menuju satu jaringan DAS.

Sedangkan pada implemtasi arsitektur jaringan pita lebar berbasis nirkabel atau broadband wireless access (BWA) berbasis hotspot dengan teknologi komunikasi data untuk penyediaan akses internet kecepatan tinggi pada area pedesaan yang dibangun untuk mengcover area tertentu secara spesifik dengan radius 25m² dengan pertimbangan :

a) Sistem ini merupakan komplementer dari sistem telekomunikasi selluar, seperti pada ilustrasi 2



Gambar 2. Model Radius BWA Berbasis Hotspot

b) Efisiensi Biaya antara Luas covered dengan target jumlah pelanggan;

c) *Solusi yang paling efektif untuk jangkauan signal dengan teknologi nirkabel yang menggunakan frekuensi Spektrum Bebas (Unlicensed Spectrum), mengingat keterbatasan kemampuan perangkat end user dalam merespon signal transmiter juga terbatas (Asymmetric power issue).*

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proyeksi Jumlah Pelanggan

a) Profil Pengguna potensial

Karena dalam realisasinya, penempatan BWA ini diposisikan pada public area guna memfokuskan sasaran segmentasi dan calon pelanggannya maka kriteria pelanggan yang ditargetkan adalah 15 % Karyawan Swasta, 30% Petani/Nelayan, 30% Wiraswasta, 25% Pelajar

Pada proyeksi pelanggan BWA penentuan perkiraan jumlah user kedepan diproyeksikan secara statik melalui simulasi dilapangan. Hal ini dilakukan karena faktor sarana pendukung seperti luas area tempat akses (Cafe, ruang terbuka balai desa) dan fasilitas pendukung (kursi,dll) juga terbatas. Selain itu secara teknis sesuai dengan perencanaan coverege dibatasi hanya pada radius tertentu.

Dari hasil simulasi dilapangan selama kurun waktu 12 bulan didapatkan data jumlah pelanggan sebagai berikut :

Tabel 1 Pelanggan dalam 10 desa percontohan (30 Titik Hotspot)

Bulan (Hijriah)	Penduduk Potensial	User beli paket	Penetrasi
Rabi'ul-Awwal – Rabi'ul-Akhir 1437	3000	59	1.9 %
Rabi'ul-Akhir – Jumadil-Awwal	3000	69	2.3 %
Jumadil-Awwal – Jumadil-Akhirah	3000	79	2.6 %
Jumadil-Akhirah – Rajab	3000	178	5.9 %
Rajab – Sya'ban	3000	272	9.1 %
Sya'ban – Ramadhan	3000	354	11.8 %
Ramadhan – Syawwal	4500	366	8.1 %
Syawwal – Dzul-Qa'idah	4500	456	10.1 %
Dzul-Qa'idah – Dzul-Hijjah	3500	415	11.8 %
Dzul-Hijjah – Muharram 1438	3500	471	13.4 %
Shafar 1438	3000	100	3.3 %

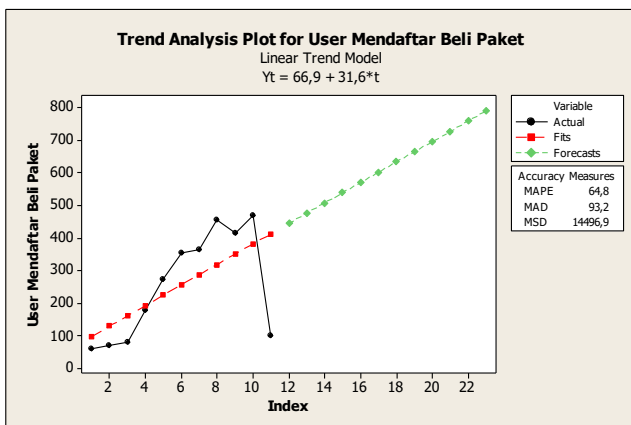
Catatan :

1) Area desa percontohan berada dalam gabungan kawasan wisata bromo dan kawasan industri Pasuruan yaitu pada wilayah Kota Pasuruan (Balidono, Blarang, Cemoro, Kandangan,

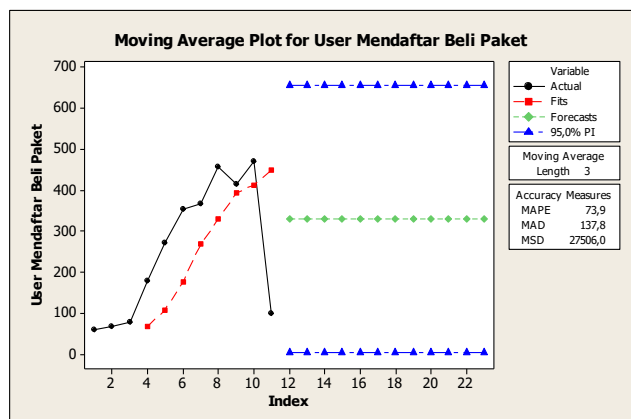
Kayukebek, Lebakrejo, Mororejo, Ngadirejo, Ngadiwono, Nongkojajar, Tlogosari);

- Jumlah Penduduk Potensial dibulan Januari (*Rabi'ul Awwal - Awal Ramadhan*) Hingga Juni di asumsikan sebanyak 300 Orang per desa, sedangkan pada Juli (*Ramadhan - Dzul-Qa'idah*) hingga Agustus di asumsikan sebanyak 450 Orang per desa dan pada September (*Dzul Qa'idah - Dzul Hijjah*) Oktober sebanyak 350 orang. Dengan total penduduk desa diatas 2000 orang dan 40% adalah penduduk dengan usia produktif (21-38 tahun) sesuai dengan kriteria profile pelanggan potensial.

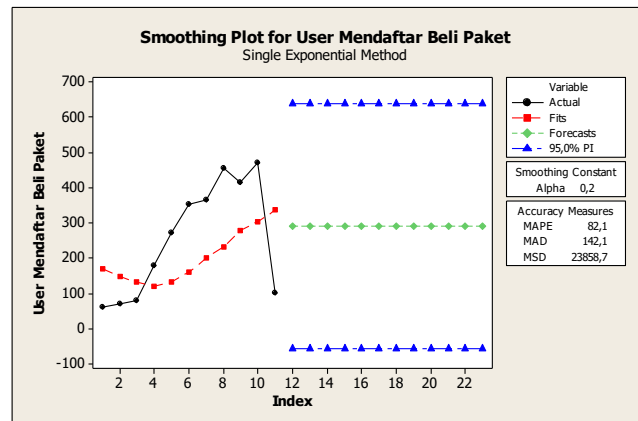
Dari data di atas, perkiraan jumlah user kedepan diproyeksikan dengan metode peramalan melalui pendekatan kuantitatif yaitu metode *forecasting linear trend, moving average trend forecasting* dan *exponential trend forecasting*. Metode tersebut akan dikolaborasi dengan hasil study kelayakan oleh pihak team marketing melalui pendekatan kuantitatif (*marketing research*), didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Peramalan Linier



Gambar 4. Peramalan Moving Average

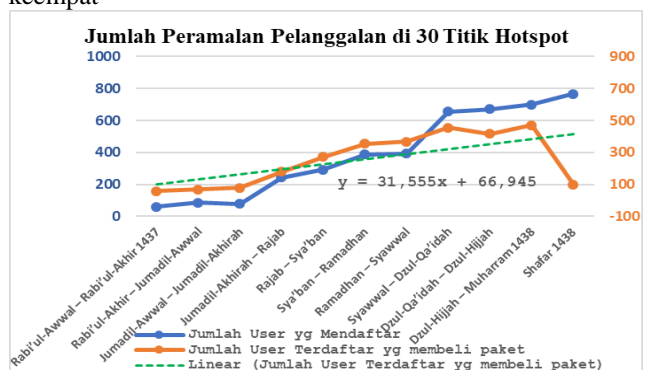


Gambar 5. Peramalan Smoothing Plot

Keakuratan suatu model peramalan bergantung pada seberapa dekat nilai hasil peramalan terhadap nilai data yang sebenarnya. Perbedaan atau selisih antara nilai aktual dan nilai ramalan disebut sebagai “kesalahan ramalan (*forecast error*)”.

Kesalahan ramalan dapat dilihat pada hasil *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Mean Absolute Deviation (MAD)*, dimana MAPE[10] menunjukkan rata-rata kesalahan absolut prakiraan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktualnya, Sedangkan MAD merupakan nilai total absolut dari *forecast error* dibagi dengan data. Atau yang lebih mudah adalah nilai kumulatif absolut error dibagi dengan periode.

Dari hasil pengujian peramalan dengan tiga metode yang di tunjukkan pada gambar 4.11,4.12 dan 4.13. didapatkan hasil peramalan metode linier yang dapat digunakan sebagai acuan, karena jika mengacu pada indikator metode tersebut memiliki nilai MAD dan MAPE terkecil yaitu MAD 93.2 dan MAPE 64.8. dan juga pendapat Kuncoro, M.[11] dalam Metode Kuantitatif, Teori dan Aplikasi untuk Bisnis dan Ekonomi edisi keempat



Gambar 6. Proyeksi Pelanggan di 30 Titik Hotspot

Jumlah peningkatan pelanggan terjadi pada bulan Juli – Oktober seperti yang terlihat pada gambar 6. Jika dilihat dari kalender Hijriah bertepatan pada acara besar umat Islam yaitu pada bulan Syawwal - Dzul-Hijjah. Karena Jumlah penduduk Indonesia mayoritas beragama islam, sudah menjadi tradisi bagi umat Islam untuk berlibur dan pulang kampung.

Hal ini mendorong peningkatan jumlah penduduk produktif hingga 80 % di daerah tersebut serta sebagian dari masyarakat yang datang dari kota sudah terbiasa menggunakan akses internet di daerah perkotaan, Apabila hasil proyeksi digunakan sebagai dasar perhitungan pada Poyeksi Pelanggan dalam 300 desa (1000 titik hotspot) dalam 12 bulan seperti yang terlihat pada gambar 4.16



Gambar 7. Proyeksi Pelanggan di 3000 Titik Hotspot

Tabel 2. Proyeksi Pelanggan dalam 300 desa (940 titik hotspot) dalam 12 bulan

Bulan (Hijriah)	Penduduk Potensial	User beli paket	Penetrasi
Rabi'ul-Akhir - Jumadil-Awwal 1438	128700	2541	39.8 %
Jumadil-Awwal - Jumadil-Akhirah	128700	3729	40.0 %
Jumadil-Akhirah - Rajab	128700	3399	43.6 %
Rajab - Sya'ban	128700	7656	57.2 %
Sya'ban - Ramadhan	128700	11682	60.6 %
Ramadhan - Syawwal	128700	15180	43.0 %
Syawwal - Dzul-Qa'idah	193050	15708	70.7 %
Dzul-Qa'idah - Dzul-Hijjah	193050	19569	84.5 %
Dzul-Hijjah 1438 - Muharram 1439	150150	17820	85.2 %
Muharram - Shafar 1439	150150	20196	37.2 %
Shafar - Rabi'ul-Awwal 1439	128700	4290	36.7 %
Rabi'ul-Awwal - Rabi'ul-Akhir 1439	128700	3354	40.9 %

Catatan :

- Jumlah Penduduk Potensial dibulan Januari (Rabi'ul Akhir-Awal Ramadhan) Hingga Mei diasumsikan sebanyak 600 Orang per desa, sedangkan pada Juni (Ramadhan - Dzul-Qa'idah) hingga Juli di asumsikan sebanyak 900 Orang per desa dan pada Agustus (Dzul Qa'idah – Dzul Hijjah) September sebanyak 750 orang. Dengan total penduduk desa diatas 2000 orang dan 40% adalah penduduk dengan usia produktif (21-38 tahun) sesuai dengan kriteria profile pelanggan potensial (Point 4.1.4.1).
- Penetrasi penggunaan internet di dukung dengan publikasi dan sosialisasi secara masif dan komprehensif dari team marketing
- Penetrasi penggunaan akses internet dihitung dengan perbandingan jumlah akun yang terdaftar dan telah membeli paket data dengan jumlah penduduk usia produktif yang potensial menggunakan internet .

- Bila memperhitungkan faktor hand off sebesar 20% maka per titik hotspot dikurangi dengan 20% untuk persediaan bila ada pengguna dari luar sel masuk ke sel yang baru.

B. Perencanaan Titik Hotspot

Perencanaan coverage akan dibagi berdasarkan pembagian persebaran sebagai berikut :

Tabel 3. Area yang akan di jangkau

KOTA	DESA	JUMLAH HOTSPOT
Gresik	• Daerah Bungah	40 Area dengan 120 Titik
	• Daerah Duduksampeyan	
	• Daerah Tangangawan	
	• Daerah Ujungpangkah	
	• Daerah Petung	
	• Daerah Pedesaan	
Lamongan	• Daerah Drajat	20 Area dengan 60 Titik
	• Daerah Kebomas	
	• Daerah Mantup	
	• Daerah Pajaman	
	• Daerah Tanjungkodok	
	• Daerah Asem Rowo	
Surabaya	• Daerah Kenjeran	20 Area dengan 40 Titik
	• Daerah Bulak	
	• Daerah Gununganyar	
	• Daerah Karangpilang	
	• Daerah Arteri Porong	
	• Daerah Kalisawah	
Sidoarjo	• Daerah Ngaban	40 Area dengan 120 Titik
	• Daerah Tangulangin	
	• Daerah Sawotratap	
	• Daerah Buduran	
	• Daerah Tulangan	
	• Daerah Candi	
Krian	• Daerah Krian	20 Area dengan 60 Titik
	• Daerah Ngaresrejo	
Mojokerto	• Daerah Balong Pandan	40 Area dengan 120 Titik
	• Daerah Puri	
Jombang	• Daerah Mojosari	30 Area 90 Titik
	• Daerah Jatirejo	
	• Daerah Ngoro	
	• Daerah Ngoro/Pungging	
	• Daerah Terongan	
	• Daerah Sowobito	
Pasuruan	• Daerah Diwek	30 Area 90 Titik
	• Daerah Mojoagung	
	• Daerah Grobogan	
	• Daerah Pasuruan	
	• Daerah Rejoso	
	• Daerah Karang Ketug	
Pandaan	• Daerah Jl R. PSR	30 Area 90 Titik
	• Daerah Jl R. MLG PSR	
	• Daerah Bakalan	
	• Daerah Lumansih	
	• Daerah Prigen	
	• Daerah Satak	
Bangil	• Daerah Bangil	20 Area 60 Titik
	• Daerah Purworedjo	
Malang	• Daerah Purworedjo	33 Area 60 Titik
	• Daerah Purwodadi	
	• Daerah Lawang	
	• Daerah Singosari	
	• Daerah Karanglo	
	• Daerah Sawojajar	
	• Daerah Kebalen	
	• Daerah Mergosono	
	• Daerah Buring	
	• Daerah Gadang	

KOTA	DESA	JUMLAH HOTSPOT
Batu	<ul style="list-style-type: none"> Daerah Bumiaji Daerah Junrejo 	10 Area 30 Titik

Perhitungan Demand Traffik Menyadari bahwa penetrasi langganan *Mobile* hotspot broadband diharapkan tumbuh mendekati 80%, dengan peningkatan lebih dari 800 akun langganan perdaerah, penting bagi operator untuk terus mengoptimalkan jaringan performa dan memastikan jaringan-jaringan yang fleksibel untuk menghadapi pengembangan yang luar biasa ini. Jumlah titik hotspot yang akan direalisasikan adalah 940 titik dengan area bandwidth secara statik sebesar 3Mbps (aggregate download dan upload) per area maka proyeksi demand traffik adalah :

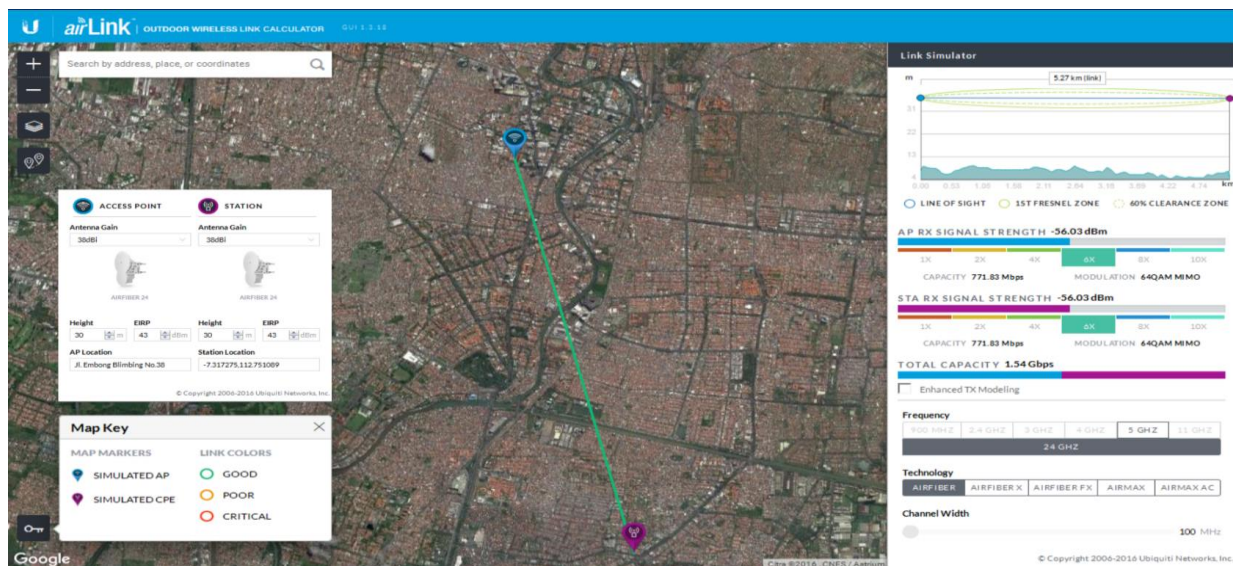
Tabel 4. Proyeksi Demand Traffic

KOTA	JUMLAH HOTSPOT	DEMAND TRAFFIC
Gresik	40 area - 120 Titik	40 X 3Mbps = 120 Mbps
Lamongan	20 area - 60 Titik	20 X 3Mbps = 60 Mbps
Surabaya	20 Area - 40 Titik	20 X 3Mbps = 60 Mbps
Sidoardjo	40 Area - 120 Titik	40 X 3Mbps = 120 Mbps
Krian	20 Area - 60 Titik	20 X 3Mbps = 60 Mbps
Mokokerto	40 Area - 120 Titik	40 X 3Mbps = 120 Mbps

Jombang	30 Area - 90 Titik	30 X 3Mbps = 90 Mbps
Pasuruan	30 Area - 90 Titik	30 X 3Mbps = 90 Mbps
Pandaan	30 Area - 90 Titik	30 X 3Mbps = 90 Mbps
Bangil	20 Area - 60 Titik	20 X 3Mbps = 60 Mbps
Malang	33 Area - 60 Titik	33 X 3Mbps = 99 Mbps
Batu	10 Area - 30 Titik	10 X 3Mbps = 30Mbps

Tabel 5. Perangkat Backhaul Tier 3

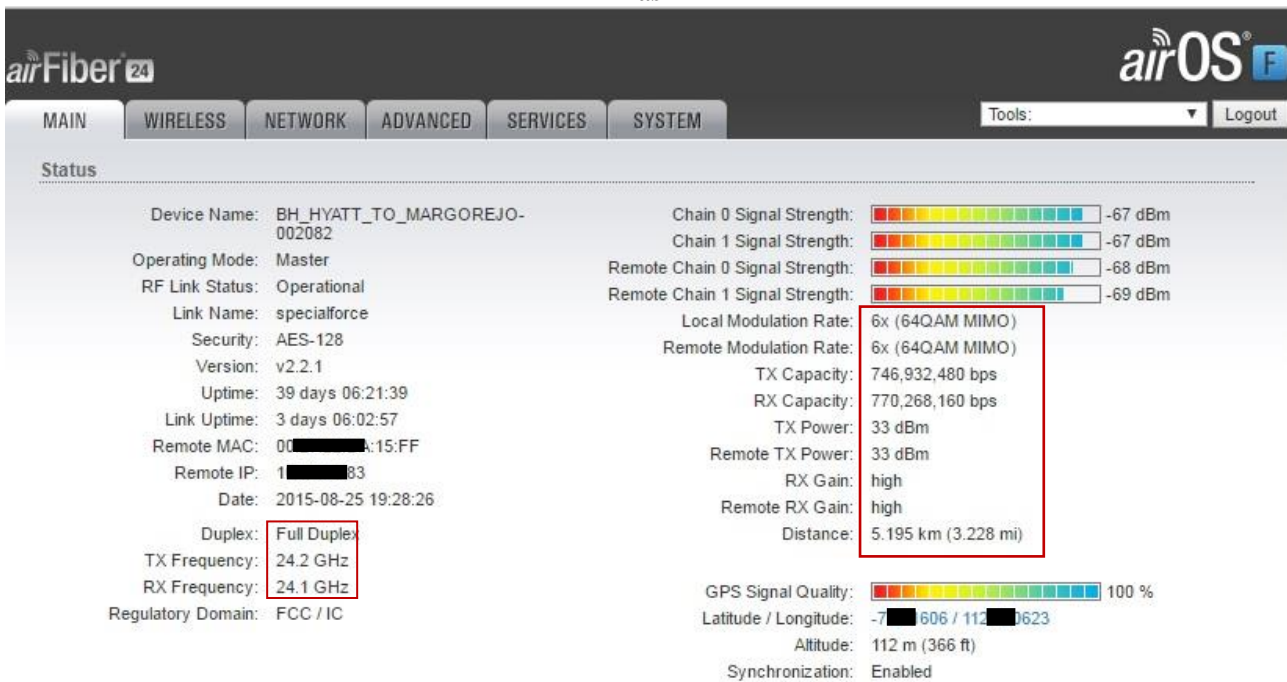
DISTRIBUTION NETWORK PERUNTUKAN BACKHAUL TIER 3		
Information	AirFiber 24	AirFiber 5
Key Architecture	<ul style="list-style-type: none"> Hybrid Division Duplexing (HDD) Dual-independent <i>Antenna</i> (simultaneous transmission and reception in the same time) 	
Frequency	24Ghz	5Ghz
Max. Modulation	64QAM	1024QAM
Integrated	TX Gain 33 dBi	TX Gain 23 dBi
Split <i>Antenna</i>	RX Gain 38 dBi	RX Gain 23 dBi
Beamwidth	< 3.5°	6°
Energy Con.	50W	40W



Gambar 8. Link Budget perangkat backhaul tier 3 (24Ghz)

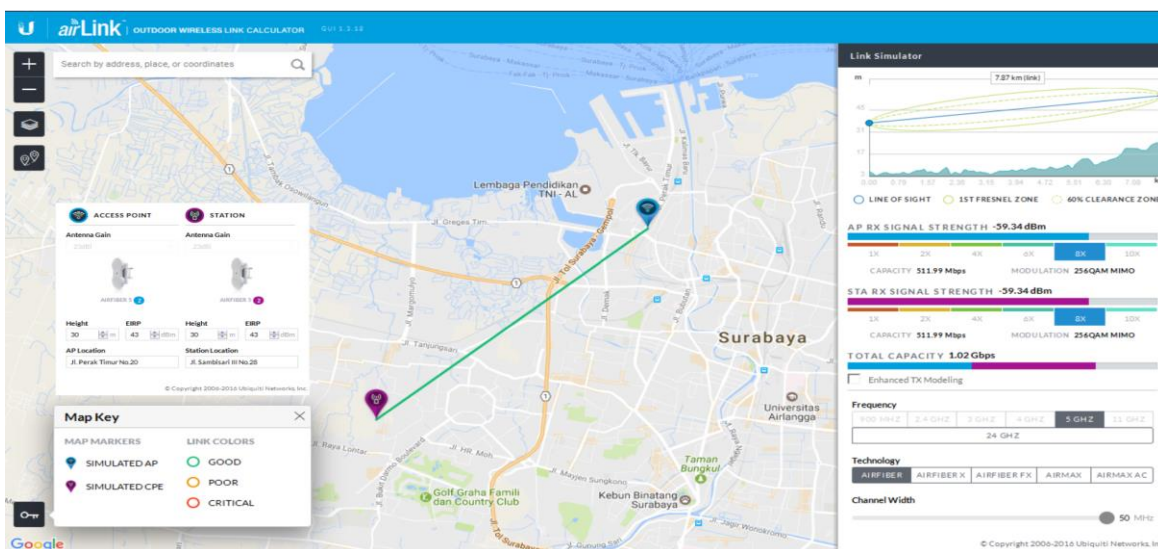
Dari Perhitungan Link Budget yang ditunjukkan pada gambar 4.22 di dapatkan hasil aggregate throughput sebesar 1,5 Gbps jika perangkat berada pada ketinggian 30 Meter dari permukaan tanah dan kedua perangkat mendapatkan signal strength – 50 dBm dan menghasilkan EIRP sebesar 43dBm.

Hasil



Gambar 9. Test speed link the backhaul tier 3

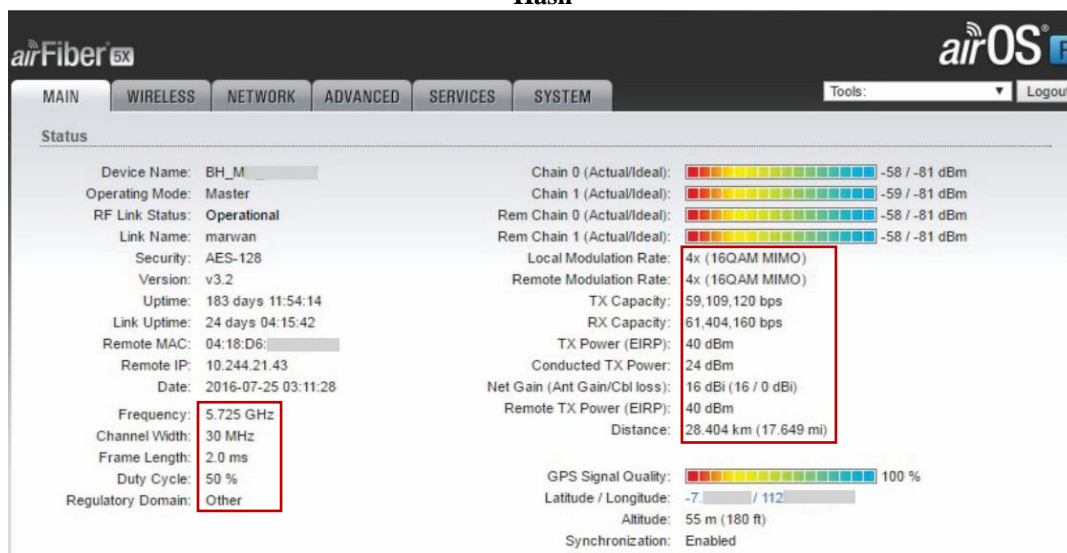
Didapatkan hasil aggregate throughput sebesar 1,5 Gbps dengan pembagian kapasitas pada TX (Upload) sebesar 746 Mbps dan RX (Download) 770 Mbps, hasil ini di dapatkan dengan signal strength -67 dBm, dimana Modulation Rate mencapai pada modulasi tertinggi dari kemampuan perangkat tersebut yaitu 6X 64QAM MIMO sesuai dari hasil pengujian yang terlihat pada gambar 4.23.



Gambar 10. Link Budget perangkat bachaul tier 3 (5Ghz)

Dari Perhitungan Link Budget yang ditunjukkan pada gambar 4.26 di dapatkan hasil aggregate throughput sebesar 220 Mbps jika perangkat berada pada ketinggian 35 Meter dari permukaan tanah dan kedua perangkat mendapatkan signal strength -63 dBm dan menghasilkan EIRP sebesar 43dBm.

Hasil



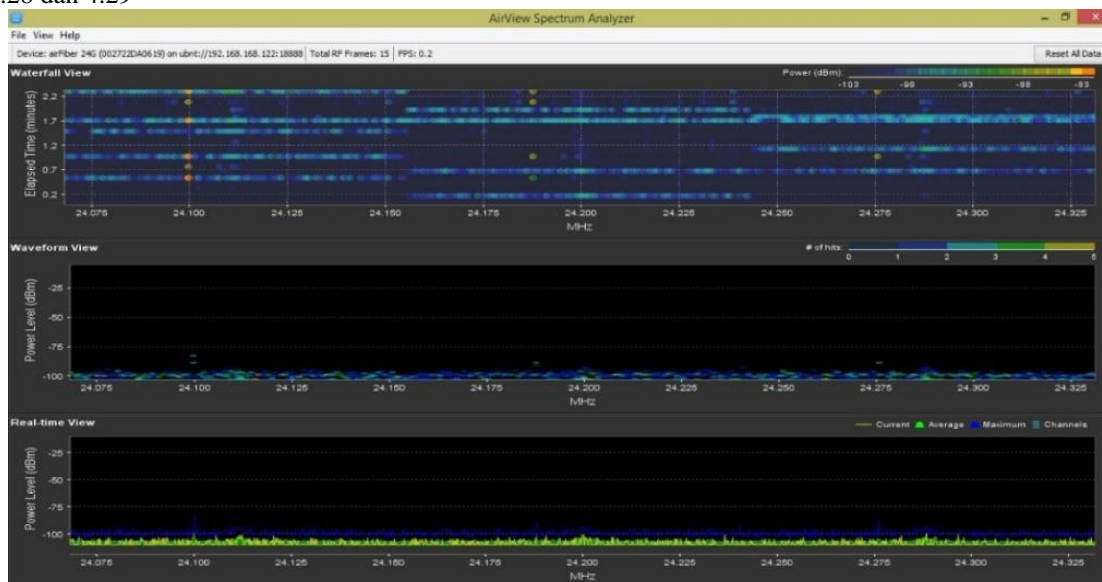
Gambar 11. Test speed link the bachaul tier 2

Didapatkan hasil aggregate throughput sebesar 110 Mbps dengan pembagian kapasitas pada TX (Upload) sebesar 59 Mbps dan RX (Download) 61 Mbps, hasil ini di dapatkan dengan signal strength – 58 dBm, dimana Modulation Rate mencapai pada modulasi medium dari kemampuan perangkat tersebut yaitu 4X 16QAM MIMO dan menggunakan HDD Technology. sesuai dari hasil pengujian yang terlihat pada gambar 4.27

Tabel 6. AF5X Receive Sensitivity

AF5X Receive Sensitivity						
Rate	Modulation	Sensitivity (10 MHz)	Sensitivity (20 MHz)	Sensitivity (30 MHz)	Sensitivity (40 MHz)	Sensitivity (50 MHz)
8X	256QAM	-66 dBm	-64 dBm	-62 dBm	-61 dBm	-60 dBm
6X	64QAM	-74 dBm	-71 dBm	-69 dBm	-68 dBm	-67 dBm
4X	16QAM MIMO	-81 dBm	-78 dBm	-76 dBm	-75 dBm	-74 dBm
2X	QPSK MIMO	-88 dBm	-85 dBm	-83 dBm	-82 dBm	-81 dBm
1X	½ Rate QPSK xRT	-90 dBm	-87 dBm	-85 dBm	-84 dBm	-83 dBm

Berbeda dengan hasil yang didapatkan AF 24 dimana hasil realisasi tidak jauh berbeda dari hasil perhitungan link budget, fenomena tersebut dipengaruhi oleh pemilihan Frekuensinya, yaitu 24Ghz dan 5Ghz. Penggunaan Frekuensinya 5Ghz di area perkotaan cukup banyak pada perangkat teknologi nirkabel outdoor sehingga hal tersebut menyebabkan tingginya tingkat interferensi pada frekuensi tersebut. sesuai dari hasil analisis dari spectrum analyzer yang terlihat pada gambar 4.28 dan 4.29



Gambar 12. Kondisi frekuensi 24 Ghz



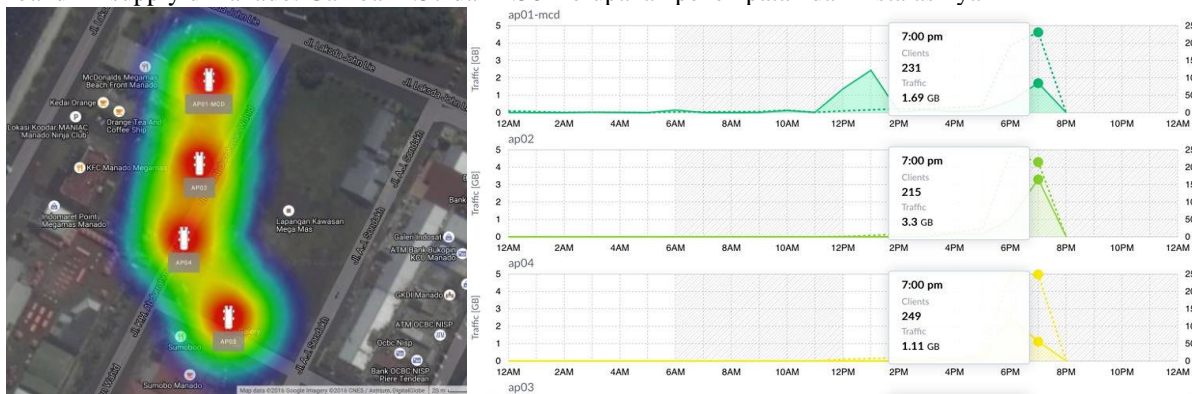
Gambar 13. Kondisi frekuensi 5 Ghz

C. Pengujian Berdasarkan Concurrent User Connected Pada perangkat Access Point

Pada pengujian ini perangkat yang akan di uji adalah perangkat access network dengan frekuensi 2.4Ghz, pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai Maksimum jumlah device yang terkoneksi secara bersama dalam 1 perangkat

Metode Pengujian

Perangkat access point di pasang pada area tanpa penghalang dalam ruang terbuka dan merupakan tempat berkumpulnya pelanggan. Dalam Kasus ini perangkat di uji secara langsung untuk menyediakan akses internet pada konser musik band Airsupply dimanado. Gambar 4.37 dan 4.38 merupakan penempatan dan instalasinya



Gambar 14. Hasil Pengujian Perangkat access network

Perangkat akses point yang telah ditempatkan kemudian diuji dengan metode *Stress testing*, yang dimaksud *Stress testing*[12] adalah salah satu jenis pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kapasitas maksimal, kriteria pengujianya adalah :

- Volume Testing : Menemukan kelemahan di perangkat terkait dengan bagaimana “*Handling*” dari perangkat jika diberikan data yang besar dalam kurun waktu yang singkat.
- Stress Testing : Untuk memastikan bahwa perangkat memiliki kapasitas untuk menghandle pemrosesan transaksi dalam jumlah besar selama “*peak period*”.

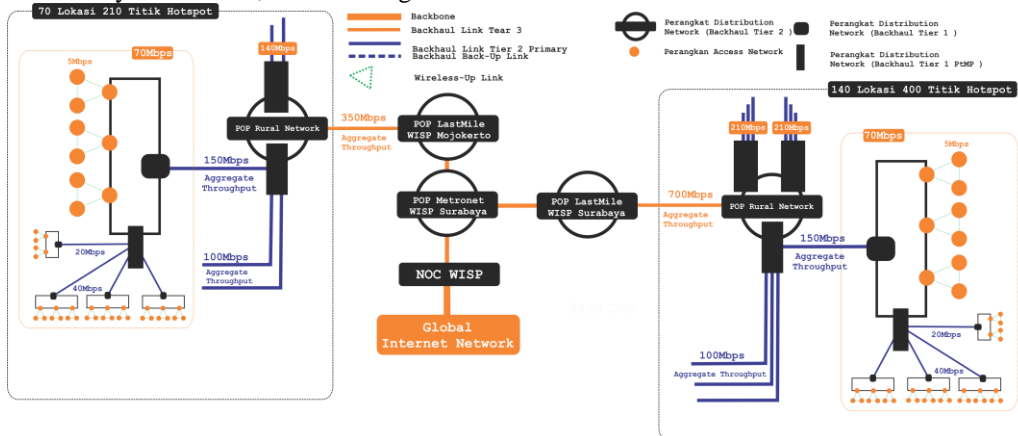
Ditunjukkan pada gambar 4.56 hasil pengujianya sebagai berikut :

- Setiap perangkat dapat menangani rata-rata jumlah device yang terkoneksi secara bersama sejumlah > 200 Device dengan spesifikasi yang berbedanya dalam koridor teknologi Wi-Fi (IEEE 802.11)
- Beban total traffik yang telah > 1,6 GBPS.

D. Rekomendasi Arsitektur Pada Implemntasi BWA Berbasis Hotspot Di Pedesaan Jawa Timur

a) Titik Area Surabaya dan Mojokerto

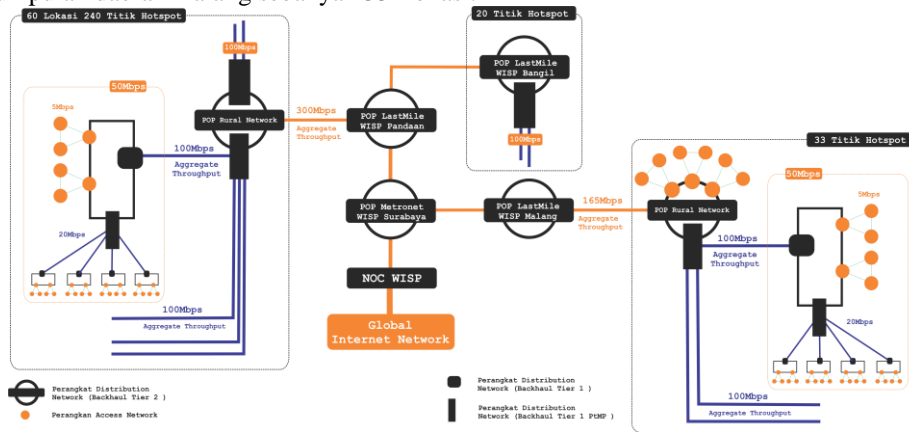
Pada titik area Surabaya ini yang di jangkau adalah 140 Lokasi dengan 400 titik hotspot yang terdiri dari kumpulan daerah Gresik sebanyak 40 Lokasi, Lamongan 20 lokasi, Surabaya 20 lokasi, Sidoardjo 40 lokasi, Krian 20 lokasi. Pada titik area Mojokerto ini yang di jangkau adalah 70 lokasi 210 titik hotspot dengan yang terdiri dari kumpulan daerah Mojokerto sebanyak 40 lokasi, dan Jombang 30 lokasi.



Gambar 15. Titik Surabaya dan Mojokerto

b) Titik Pandaan, Pasuruan dan Bangil dan Malang

Pada titik area Pandaan ini yang di jangkau adalah 80 lokasi 240 titik hotspot yang terdiri dari kumpulan daerah Pandaan sebanyak 30 lokasi, Pasuruan sebanyak 30 Lokasi dan Bangil 20 Lokasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam struktur jaringan pada gambar 5.11 Pada titik area Malang ini yang di jangkau adalah 43 lokasi dengan 90 titik hotspot yang terdiri dari kumpulan daerah malang sebanyak 33 Lokasi.



Gambar 16. Titik Pandaan, Pasuruan dan Bangil dan Malang

VI. KESIMPULAN

Pemanfaatan wifi pada area pemukiman di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahun. Penelitian ini dilakukan pada beberapa lokasi di Indonesia. Pemilihan lokasi didasarkan tingginya mobilitas masyarakat. Broadband Wireless Access menjadi media yang dipilih dalam penelitian. Line of sight menjadi parameter pada penelitian untuk mengetahui optimalisasi jangkauan wireless di lokasi.

Hasil penelitian berdasarkan pengujian sebagai berikut :

A. Proyeksi Jumlah Pelanggan

Peningkatan trafik pengguna hotspot di lokasi tempat penelitian mengalami peningkatan pada event tertentu,

seperti hari raya Idul Fitri. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya peningkatan pengguna internet pada hari raya umat Islam, Hal ini diduga karena mayoritas masyarakat pada lokasi tersebut muslim. Proyeksi pelanggan di 300 desa dengan pengamatan selama duabelas(12) bulan didapatkan minimum penetrasu 36,7% dan maksimal 85.2%. Penetrasi penggunaan akses internet dihitung dengan perbandingan jumlah akun yang terdaftar dan telah membeli paket data dengan jumlah penduduk usia produktif yang potensial menggunakan internet

B. Perencanaan Titik Hotspot

Penelitian ini mmeberikan rekomendasi sejumlah Titik hotspot dengan total 940 titik dengan area bandwidth secara statik sebesar 3Mbps (aggregate download dan upload).

Jumlah dan lokasi titik hotspot dengan mempertimbangkan perhitungan Link Budget perangkat backhoul tier 3 dengan frekuensi 24Ghz

C. Pengujian Berdasarkan Concurrent User Connected Pada perangkat Access Point

Setiap perangkat dapat menangani rata-rata jumlah device yang terkoneksi secara bersama sejumlah > 200 Device dengan spesifikasi yang berbedanya dalam koridor teknologi Wi-Fi (IEEE 802.11). Beban total trafik yang telah > 1,6 GBPS.

D. Rekomendasi Arsitektur Pada Implementasi BWA Berbasis Hotspot Di Pedesaan Jawa Timur

a) Titik Area Surabaya dan Mojokerto

Pada titik area Surabaya ini yang di jangkau adalah 140 Lokasi dengan 400 titik hotspot yang terdiri dari kumpulan daerah Gresik sebanyak 40 Lokasi, Lamongan 20 lokasi, Surabaya 20 lokasi, Sidoarjo 40 lokasi, Krian 20 lokasi. Pada titik area Mojokerto ini yang di jangkau adalah 70 lokasi 210 titik hotspot dengan yang terdiri dari kumpulan daerah Mojokerto sebanyak 40 lokasi, dan Jombang 30 lokasi

b) Titik Pandaan, Pasuruan dan Bangil dan Malang

Pada titik area Pandaan ini yang di jangkau adalah 80 lokasi 240 titik hotspot yang terdiri dari kumpulan daerah Pandaan sebanyak 30 lokasi, Pasuruan sebanyak 30 Lokasi dan Bangil 20 Lokasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam struktur jaringan pada gambar 5.11 Pada titik area Malang ini yang di jangkau adalah 43 lokasi dengan 90 titik hotspot yang terdiri dari kumpulan daerah malang sebanyak 33 Lokasi.

REFERENSI

- [1] A. Frieze, J. Kleinberg, R. Ravi, and W. Debany, "Line-of-sight networks," *Comb. Probab. Comput.*, 2009.
- [2] S. Mackay, E. Wright, J. Park, and D. Reynders, "Understanding Wireless Fundamental," in *Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting*, 1st ed., Elsevier Science Publishers B. V., 2003, pp. 291–292.
- [3] Y. T. Chan, W. Y. Tsui, H. C. So, and P. C. Ching, "Time-of-arrival based localization under NLOS conditions," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, 2006.
- [4] S. Kloder and S. Hutchinson, "Barrier coverage for variable bounded-range line-of-sight guards," in *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2007.
- [5] W. Honcharenko, J. P. Kruys, D. Y. Lee, and N. J. Shah, "Broadband wireless access," *IEEE Commun. Mag.*, 1997.
- [6] Kominfo, *ICT White Paper*, 1st ed., no. c. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2012.
- [7] R. M. Brunell, "Broadband," in *Network Access, Regulation and Antitrust*, 2005.
- [8] C. M. Hansson, A. Poursaee, and A. Laurent, "Macrocell and microcell corrosion of steel in ordinary Portland cement and high performance concretes," *Cem. Concr. Res.*, 2006.
- [9] J. Winters, A. Kobayakov, and M. Sauer, "Picocells with MIMO and cell bonding for WLANs," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, 2011.
- [10] "MEAN ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (MAPE)," in *SpringerReference*, 2011.
- [11] mudrajad Kuncoro, "Metode kuantitatif : teori dan aplikasi untuk bisnis dan ekonomi," in *System*, 2010.
- [12] S. Plein and I. Mahmoud, "Stress testing," in *Basic Principles of Cardiovascular MRI: Physics and Imaging Technique*, 2015.