PERENCANAAN BACKHAUL MICROWAVE UNTUK JARINGAN RADIO AKSES *LONG TERM EVOLUTION* DI KOTA BANYUMAS

MICROWAVE BACKHAUL PLANNING FOR LONG TERM EVOLUTION RADIO ACCESS NETWORK IN BANYUMAS REGENCY

Akrom Khoerul Hakim[1], Achmad Ali Muayyadi[2] , M. Irfan Maulana[3].
[1,2,3]Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1]akromhakim@students.telkomuniversity.ac.id ,[2]**alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id,**
[3]muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

. Perkembangan teknologi pada zaman sekarang sangat cepat. Oleh karena itu, diperlukan suatu layanan yang mampu mengirim informasi dengan cepat dan dapat menampung kapasitas yang besar. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dapat menggunakan suatu model jaringan telekomunikasi *Long Term Evolution* (LTE). Sedangkan jika dilihat dari sisi lain, jaringan LTE membutuhkan suatu *backhaul* untuk mengakomodasi sistem jaringan akses dari LTE tersebut. *Backhaul* memiliki peran yang penting karena dapat mempengaruhi performansi dari jaringan LTE tersebut.

Pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan *Link Backhaul Microwave* untuk radio komunikasi pada daerah Kota Banyumas. Perencanaan ini dilakukan dengan meninjau kebutuhan kapasitas trafik jaringan LTE , setelah itu ditentukan frekuensi berdasarkan jarak dan *bandwidth* berdasarkan kapasitas *link*. Mengacu pada kebutuhan tersebut, pemilihan perangkat yang tepat juga dilakukan dalam perencanaan ini. *Microwave* dipilih sebagai media *transport* karena cocok untuk wilayah yang banyak terdapat pegunungan. Sedangkan performansi yang diinginkan pada penelitian ini adalah daya terima sebesar > -70.50 dBm, SES < 1 detik dan *availability* > 99,99%.

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi, perencanaan *backhaul microwave* pada daerah Kota Banyumas, telah ditentukan 9 *link* yang membutuhkan kapasitas *link* sebesar 160 Mbps serta menggunakan frekuensi kerja 7 GHz, 11 Ghz, 13 GHz dan 15 GHz yang ditentukan berdasarkan jarak dari *site* perencanaan. Dilihat berdasarkan kebutuhan kapasitas *link* serta frekuensi kerja yang ditentukan, maka spesifikasi yang digunakan adalah untuk *gain antenna* sebesar 31,2 dBi untuk frekuensi 7 GHz, 44 dBi untuk frekuensi 11 GHz, 35,60 dBi untuk frekuensi 13 GHz dan 36,80 dBi untuk frekuensi 15 GHz, serta kapasitas sebesar 265 Mbps, dan daya terima minimum sebesar -70,50 dBm untuk frekuensi 7 GHz dan -70,50 dBm untuk frekuensi 11 GHz, 13 GHz, dan 15 GHz. Pada hasil simulasi, seluruh *link backhaul microwave* mencapai *availability* sebesar > 99,99%, hal ini disebabkan oleh level daya terima tiap *site* lebih besar dari level daya *minimum* perangkat.

Kata kunci : *Backhaul, Link Microwave*

Abstract

. The development of technology in today's very fast. Therefore, we need a service that is able to send information quickly and can accommodate a large capacity. To meet these needs, can use LTE (Long Term Evolution) as a model telecommunications network. Meanwhile, if viewed from the other side, LTE networks require a backhaul to accommodate access network system from LTE. Backhaul has an important role because it can affect the performance of the LTE network.

In this research, planning Microwave Backhaul Links for radio communications in the area Banyumas Regency. This planning is done by reviewing the needs traffic capacity of LTE network, after which It will be determined based on the distance and the frequency bandwidth based on the capacity of the link. Referring to those needs, selection of the right devices will also be done in this planning. Microwave selected as the media trasnport as suitable for the area are numerous mountains. While the desired performance on this research is the received power >-70.50 dBm, SES <1 sec and availability > 99.99%.

Based on the results of the calculations and simulations, microwave backhaul planning at Banyumas Regency have been determined 9 link that require link capacity of 160 Mbps and uses thefrequency of 7 GHz ,11 GHz, 13 GHz dan 15 GHz based on distance from site planning. Based on the needs of link capacity and working frequency is specified, the specification is used for antenna gain is 31,20 dBi for frequency 7 GHz, 44 dBi for frequency 11 GHz, 35,60 dBi for frequency 13 GHz and 36,80 dBi for frequency 15 GHz and antenna gain is 46.40 dBi for frequency 23 Ghz with capacity of 265 Mbps, and minimum received power is -70,50 dBm for frequencies 7 GHz and -70.50 dBm for frequency 11GHz ,13 GHz ,and 15 GHz. In the simulation results, the entire microwave backhaul link achieve availability of > 99.99%, this is caused by each site received power level is greater than the minimum power level of the device.

Keywords: *Backhaul, Microwave Link*

1. Pendahuluan

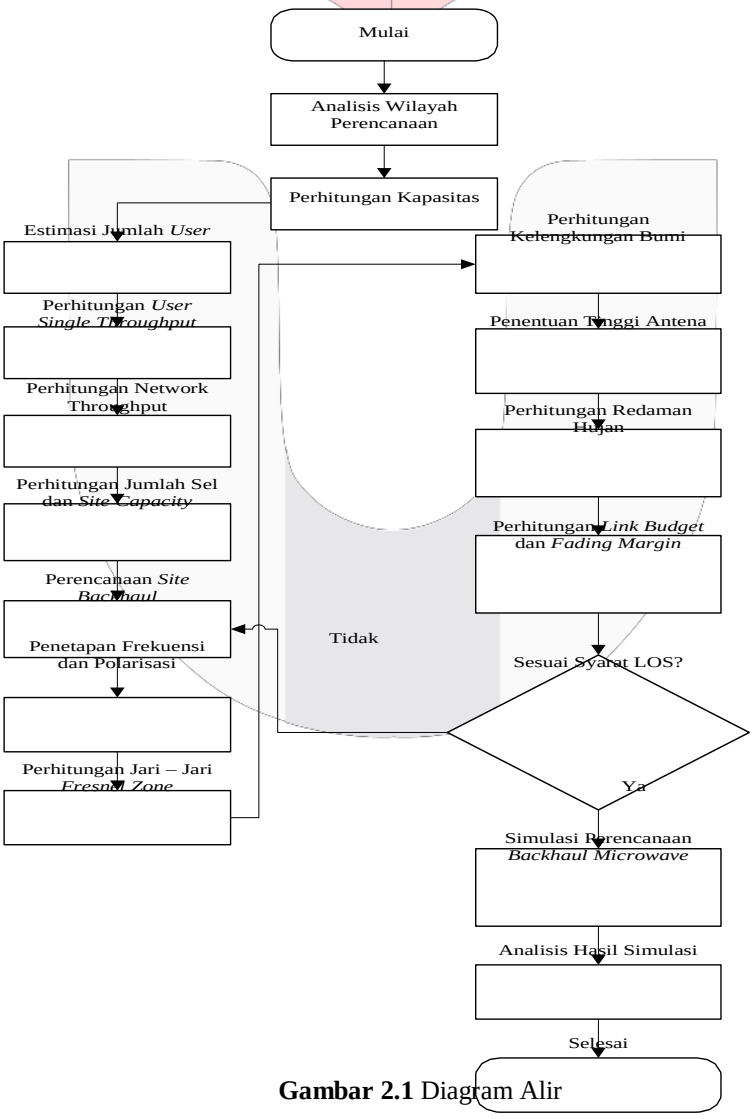
Teknologi informasi terutama telekomunikasi selalu berkembang. Teknologi informasi terutama *seluler* pada saat ini berfungsi untuk mengirimkan semua informasi dengan cepat . Maka, munculnya suatu jaringan telekomunikasi yang telah dirilis oleh standar 3GPP yaitu LTE (*Long Term Evolution*) yang mempunyai spesifikasi kecepatan data *rate* pada *downlink* 100 Mbps dan 50 Mbps untuk *uplink*, sehingga dibutuhkan suatu teknologi yang dapat menunjang kebutuhan *datarate* dan *capacity* yang tinggi pada jaringan LTE, maka dibutuhkan sebuah jaringan penghubung (*backhaul*) yang memadai namun dengan *cost* yang seminimum mungkin.

Saat ini, perencanaan jaringan LTE di Indonesia hanya fokus terbatas di Kota besar di Indonesia dikarenakan *demand* pengguna layanan *seluler* di Kota besar jauh lebih tinggi daripada di daerah daerah lainnya. Namun, diprediksi beberapa tahun mendatang perencanaan jaringan LTE di Indonesia tidak hanya difokuskan terhadap Kota besar nya saja dikarenakan kebutuhan layanan data yang ditimbulkan dari perkembangan konten maupun aplikasi dari *smartphone* menuntut operator harus menyediakan layanan untuk mendukung konten maupun aplikasi tersebut.Selain itu, untuk meningkatkan perfomansi dari jaringan LTE tersebut, maka diperlukan teknologi *transport* yang memiliki kemampuan untuk menyalurkan radio komunikasi agar sinyal jaringan LTE dapat lebih optimal terjangkau.

Pada Tugas Akhir ini akan dirancang *backhaul* untuk mendukung radio komunikasi agar jaringan LTE dapat terjangkau pada daerah Kota Banyumas. *Backhaul* yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *microwave*, karena dilihat dari kondisi geografis yang banyak terdiri dari daerah pegunungan sehingga *microwave* cocok untuk digunakan, sehingga menghasilkan *link microwave* yang sesuai agar performansi jaringan LTE dapat lebih optimal.

2 Dasar Teori

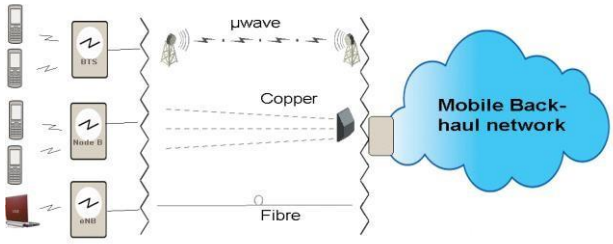
Tahapan perencanaan yang sistematis diperlukan untuk melakukan perencanaan *backhaul microwave* agar perencanaan ini dapat berjalan sesuai dengan harapan. Dalam tugas akhir ini akan dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram Alir

2.1. *Backhaul*

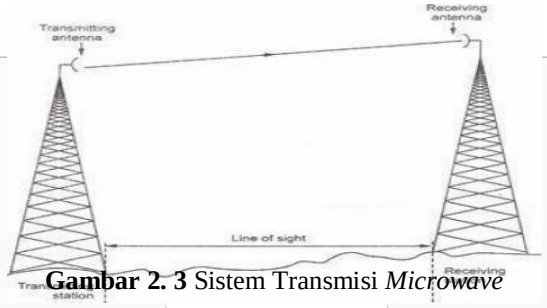
Backhaul merupakan suatu media *transport* dalam jaringan radio akses *seluler* yang fungsinya untuk menghubungkan *base station* dengan EPC *(evolved Packet Core)* pada jaringan *Long Term Evolution* yang di dalamnya terdapat MME, S-GW dan P-GW.



Gambar 2. 2 *Backhaul*

2.2. Transmisi *Microwave*[6]

Sistem transmisi gelombang mikro bertujuan untuk mengirimkan suatu informasi dari satu tempat ke tempat lain tanpa gangguan dan hasilnya dapat diterima dengan jelas. *Microwave* adalah bentuk dari pancaran radio yang ditransmisikan melalui udara dan diterima dengan menggunakan peralatan semacam *antenna* yang berbentuk bundar yang dipasang digedung yang tinggi atau *tower*. Sinyal *microwave* tidak dapat diblok oleh gedung atau lembah. Untuk melakukan transmisi arus dihindari adanya penghalang atau kemiringan bumi. Sehingga jika posisi antar gedung terhalang, maka diperlukan menara untuk menempatkan *antenna* lebih tinggi lagi agar tetap dalam posisi saling melihat *(Line of sight).*



Gambar 2. 3 Sistem Transmisi *Microwave*

2.3. Estimasi Target *User*[1]

Faktor pertumbuhan penduduk berasal dari jumlah penduduk, sehingga persamaan untuk mendapatkan faktor pertumbuhan penduduk menjadi :

$$P_{?} = P_0\,(1 + \text{[illegible]}^{?} \qquad \textbf{(2.1)}$$

Pn merupakan jumlah penduduk tahun ke-n, GF adalah faktor pertumbuhan penduduk dan Po merupakan jumlah penduduk tahun ke-0. Target *user* digunakan untuk mencari estimasi jumlah *user* yang menggunakan layanan LTE pada wilayah tertentu. Penentuan target *user* dapat diperoleh dari nilai jumlah penetrasi *seluler*, *market share* operator dan penetrasi *user* LTE dengan persamaan :

$$\text{[illegible]} = P_{?} \times \text{[illegible]} \times \text{[illegible]} \times \text{[illegible]} \qquad \textbf{(2.2)}$$

2.4. *Throughput* per *Service*[1]

Tiap layanan LTE seperti *VoIP*, *Video Phone*, *Web Browsing* dan sebagainya memliki *throughput* yang berbeda sesuai layanan yang digunakan. *Throughput* tiap layanan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$[illegible] = [illegible] \times [illegible] \times [illegible] \times \frac{1}{1-[illegible]} \quad \textbf{(2.3)}$$

Dimana: *Throughput* = *Throughput* tiap layanan yang harus dimiliki (Kbit); *Session Time* = Durasi dari setiap sesi layanan (s); *SDR* = *Session Duty Ratio*, rasio data transmisi tiap sesi; *BLER* = *Block Error Rate* yang diizinkan pada satu sesi; *Bearer Rate* = Nilai data *rate* yang harus dimiliki dari layanan aplikasi *layer (IP).*

2.5. *Single User Throughput* dan *Network Throughput*[1]

Single user throughput dapat diperoleh dari perhitungan berdasarkan *traffic* model dan *service* model. Pada umumnya, *single user throughput* merupakan hasil penjumlahan semua *throughput* tipe layanan yang digunakan satu *user* pada kondisi jam sibuk. Pada layanan *packet switch*, *margin* diperlukan untuk mengantisipasi *traffic* yang tidak dapat diprediksi, sehingga dalam persamaan *single user throughput* terdapat parameter *peak to average ratio*.

$$[illegible] = \frac{\Sigma\ ([illegible] \times [illegible] \times [illegible] \times (1 + [illegible])}{3600} \quad \textbf{(2.4)}$$

Dimana SUT = *Single User Troughput*; BHSA = *Busy Hour Session Attempts* untuk tiap *user*; *Penetration rate* = Proporsi dari tipe layanan; PAR = *Peak to Average Ratio*, persentase lonjakan trafik. Setelah diperoleh *throughput* tiap *user* selanjutnya dilakukan perhitungan *network throughput* yang merupakan total *throughput demand* yang dibutuhkan untuk dapat melayani seluruh *user* pada wilayah perencanaan.

$$\textit{Network throughput} = \textit{total target user} \times \textit{SUT} \quad \textbf{(2.5)}$$

2.6. *Cell Throughput* [2]

Cell Capacity merupakan kapasitas maksimal yang mampu ditangani pada suatu sel. *Cell capacity* juga bisa disebut *throughput per cell* dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{DLCellThr} + \text{CRC} = (168 - 36 - 12) \times (\text{CB}) \times (\text{CR}) \times (\text{Nrb}) \times \text{C} \times 1000 \quad \textbf{(2.6)}$$

$$\text{DLCellThr} + \text{CRC} = (168 - 24) \times (\text{CB}) \times (\text{CR}) \times (\text{Nrb}) \times \text{C} \times 1000 \quad \textbf{(2.7)}$$

Dimana: CRC = 24, 168 = jumlah *resource element (RE)* dalam 1 ms, 36 = jumlah *control channel* RE dalam 1 ms, 12 = jumlah *reference signal RE* dalam 1 ms, CB = *Code Bits*, efisiensi modulasi, CD = *Coding rate* kanal, NRB = jumlah *resource block* yang digunakan, C = mode *antenna* MIMO.

2.7. Perhitungan Jumlah Sel

Dalam menentukan jumlah sel dapat dilakukan melalui perhitungan dengan membagi total *network throughput* dengan *cell throughput* masing masing *downlink* maupun *uplink* melalui persamaan sebagai berikut :

$$[illegible] = \frac{[illegible]}{[illegible]} \quad \textbf{(2.8)}$$

2.8. Perencanaan *Backhaul*

Untuk melakukan perancangan *backhaul microwave* terdapat beberapa tahapan yang diperlukan, seperti menetukan informasi *site*, model topologi *backhaul*, penentuan standar performansi, perencanaan frekuensi dan polarisasi, pencapaian LOS, perhitungan redaman hujan hingga perhitungan *link budget*.

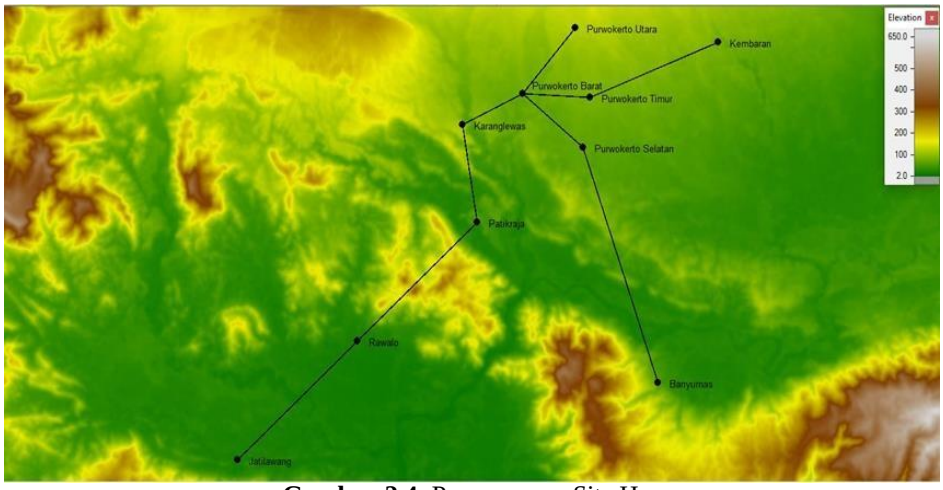
2.8.1 Informasi *Site*

Untuk melakukan perencanaan *backhaul microwave* terlebih dahulu dilakukan *site planning*. Pada perencanaan ini akan dilakukan pembagian *link radio* menjadi hop-hop serta pembuatan *path profile* untuk setiap hop dan penentuan tinggi masing-masing antena.

Dalam perencanaan *link* trasnmisi *microwave* dari Purwokerto Barat hingga Jatilawang akan dibuat 9 hop yaitu:

1. *Link* Purwokerto Barat – Purwokerto Utara
2. *Link* Purwokerto Barat – Purwokerto Timur

3. *Link* Purwokerto Timur – Kembaran
4. *Link* Purwokerto Barat – Purwokerto Selatan
5. *Link* Purwokerto Selatan – Banyumas
6. *Link* Purwokerto Barat – Karanglewas
7. *Link* Karanglewas – Patikraja
8. *Link* Patikraja – Rawalo
9. *Link* Rawalo – Jatilawang



Gambar 2.4 Perencanaan *Site* Hop

Berikut adalah data koordinat tiap *site*:

Tabel 2.1 Koordinat Tiap *Site*

Site	Lattitude	Longitude	Altitude (m)	Jenis
Banyumas	07 31 43.90 S	109 16 16.53 E	65.76	*New*
Jatilawang	07 33 25.32 S	109 06 17.16 E	19.68	*New*
Karanglewas	07 26 04.02 S	109 11 38.22 E	105.58	*New*
Kembaran	07 24 15.10 S	109 17 42.17 E	91.51	*New*
Patikraja	07 28 12.86 S	109 11 59.63 E	37.90	*New*
Purwokerto Barat	07 25 23.12 S	109 13 03.85 E	76.19	*New*
Purwokerto Selatan	07 26 33.43 S	109 14 29.48 E	68.13	*New*
Purwokerto Timur	07 25 28.08 S	109 14 40.19 E	85.86	*New*
Purwokerto Utara	07 23 56.40 S	109 14 18.78 E	124.96	*New*
Rawalo	07 30 49.01 S	109 09 08.39 E	19.54	*New*

2.8.2 *Fading* Akibat Redaman Hujan

Butiran hujan dapat mempengaruhi redaman dari sebuah gelombang elektromagnetik yang melintas. Semakin lebat hujan maka redaman tersebut semakin besar. Besarnya redaman karena curah hujan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\gamma_R = k \times R^{\alpha} \quad \textbf{(2.9)}$$

$$A = \gamma_R \times D \quad \textbf{(2.10)}$$

Dimana:

- γ_R = Redaman karena hujan (dB/km)
- R = Besarnya curah hujan (mm/jam)
- D = Jarak antar pengirim dan penerima
- A = Redaman hujan sepanjang lintasan (dB)

2.8.3 *Link Budget Backhaul*

Untuk mendapatkan nilai daya terima, maka dibutuhkan beberapa parameter seperti *gain antenna, loss cable, fading margin* dan *free space loss.* Daya terima dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P_{r}\,\hat{\ } = \hat{\ }\,\hat{\ } - \hat{\ }\,\hat{\ } + \hat{\ }\,\hat{\ } - \hat{\ }\,\hat{\ } + \hat{\ }\,\hat{\ } - \hat{\ }\,\hat{\ } - \hat{\ } \qquad \textbf{(2.11)}$$

Free space loss digunakan untuk memprediksi suatu nilai redaman gelombang elektromagnetik yang disebabkan karena gelombang tersebut melalui lintasan *line of sight* tanpa hambatan. *Free Space Loss* dapat dihitung dengan formula berikut :

$$L_{fsl}=92.45+20\log F\ (GHz)+20\log D\ (km) \quad \textbf{(2.12)}$$

3. Hasil Perencanaan

3.1 Kebutuhan Kapasitas

Pada perhitungan kapasitas yang dibutuhkan di Kecamatan Kota Banyumas, Kecamatan Purwokerto Selatan memiliki kebutuhan trafik *downlink* paling besar yaitu 20 Mbps, bukan hanya *downlink* saja, namun kebutuhan *uplink* terbesar juga terdapat pada Kecamatan Purwokerto Selatan. Hal ini terjadi karena target jumlah pelanggan pada Kecamatan Purwokerto Selatan memiliki populasi terbesar dibanding dengan kecamatan lainnya.

Ditinjau dari perbandingan *network throughput* dan *cell throughput*, diperlukan sebanyak 3 sel pada sisi *downlink* dan 1 sel pada sisi *uplink*. Untuk mengetahui jumlah kapasitas yang diperlukan diambil jumlah sel terbanyak yaitu pada sisi *downlink* sebanyak 3 sel lalu dikalikan dengan *throughput* selnya sehingga menghasilkan kapasitas *site* terbesar yaitu pada Kecamatan Purwokerto Selatan 30 Mbps.

Ditinjau dari jumlah hop yaitu sebanyak 9 buah, dapat diketahui total kapasitas yang harus disediakan oleh *backhaul* yaitu dengan menjumlahkan seluruh kapasitas *site* sehingga didapatkan kapasitas *site* sebesar 160 Mbps. Kapasitas ini yang harus dipenuhi oleh perangkat *backhaul* agar perencanaan ini berjalan sesuai dengan rencana**.**

Tabel 3.1 Kapasitas tiap Kecamatan

Kecamatan	*Uplink*	*Downlink*	*Site Capacity* Minimum
Banyumas	11.6~12 Mbps	9,7~ 10 Mbps	12 Mbps
Jatilawang	11.6~12 Mbps	9,7 ~10 Mbps	12 Mbps
Karanglewas	11.6~12 Mbps	9,7~ 10 Mbps	10 Mbps
Kembaran	11.6~12 Mbps	19,4~ 20 Mbps	20 Mbps
Patikraja	11.6~12 Mbps	9,7 ~10 Mbps	12 Mbps
Purwokerto Barat	11.6~12 Mbps	19,4~ 20 Mbps	20 Mbps
Purwokerto Selatan	11.6~12 Mbps	29,1~30 Mbps	30 Mbps
Purwokerto Timur	11.6~12 Mbps	9,7 ~10 Mbps	12 Mbps
Purwokerto Utara	11.6~12 Mbps	19,4~ 20 Mbps	20 Mbps

3.2 Hasil Perencanaan *Backhaul*

Daerah Kota Banyumas memiliki kebutuhan kapasitas link sebesar 160 Mbps yang terdiri dari kapasitas tiap *site* sebesar 12 Mbps pada Kecamatan Banyumas, Jatilawang, Patikraja, Purwokerto Timur, dan Rawalo. Sebesar 20 Mbps pada Kecamatan Kembaran, Purwokerto Barat, dan Purwokerto Utara. Sedangkan sebesar 30 Mbps pada Kecamatan Purwokerto Selatan.

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan perancangan *link backhaul*

Site A	Site B	Prx (dBm)	Pth (dBm)	Fading Margin
Purwokerto Barat	Purwokerto Utara	-53,96	-70	16,04
Purwokerto Barat	Purwokerto Timur	-55,25	-70	14,75
Purwokerto Timur	Kembaran	-69,84	-70	0,16
Purwokerto Barat	Purwokerto Selatan	-53,08	-70	16,92
Purwokerto Selatan	Banyumas	-57,99	-70,5	12,51
Purwokerto Barat	Karanglewas	-54,78	-70	15,22
Karanglewas	Patikraja	-57,49	-70	12,51
Patikraja	Rawalo	-46,13	-70	23,87
Rawalo	Jatilawang	-46,13	-70	23,87

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi *link backhaul* memiliki nilai daya terima yang lebih besar dari pada nilai daya terima minimum yang dibutuhkan yaitu sebesar -70.50 dBm untuk frekuensi 7 GHz dan dan -70 dBm untuk frekuensi 11 GHz, 13 GHz, 15 GHz yang didapat dari spesifikasi perangkat yang digunakan. Dengan menghitung *link budget* pada parameter-parameter yang ada, didapatkan juga *availability* > 99,99% pada seluruh *link backhaul* . Dari hasil tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa dalam perencanaan ini *link backhaul microwave* layak untuk diterapkan pada daerah tiap Kecamatan yang ada di Kota Banyumas secara optimal.

Daftar Pustaka

[1] (3GPP), 3. G. (t.thn.). *Technical Specification Group Radio Access Network.* Physical Layer Aspect for Evolved UTRA (Release 7).

[2] 20101004_Indonesia_Cellular_Broadcast_Spectrum_ED09.Alcatel-Lucent, Jakarta,September 2010

[3] 3GPP TS 36.101 V9.4.0, Technical Specification Group Radio Access Network;Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA);User Equipment (UE) radio transmission and reception

[4] L. Huawei Technoligies Co., "RTN 980".

[5] M. Laboratory, in *Module Pathloss 5.0*, 2015, p. 9.

[6] Alfin Hikmaturokhman, "Gelombang Mikro", Purwokerto: Akademi Teknik Telekomunikasi Sandy Putra, 2009.

[7] O. Tipmongkolsilp, S. Zaghloul and A. Jukan, "The Evolution of Cellular Backhaul Technologies: Current Issues and Future Trends" Commun. Mag., IEEE, vol. 13, no. 1, 2011.

[8] Robert G. Winch, "Telecomunication Transmission System Microwave, Fiber Optic, Mobille Cellular Radio, Data and Digital Multiplexing",Singapore, 1993

[9] Roger L. Freeman, "Radio System Design for Telecomunications (1-100 GHz)", New York, 1987

[10] Roger L. Freeman, "Telecomunication Transmission Handbook", New York, 1981.
Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN). 3GPPrelease 8

[11] *Persson, Patrik. 2008. LTE Radio Access : Radio Interface Dimensioning & Planning. RAN System Management Ericsson*

[12] *Huawei Technologies Co. Ltd..2010.LTE Radio Network Capacity Dimensioning.*

[13] H. Lehpahmer, in *Microwave Radio Transmission Design Guide*, United States: McGraw-Hill, 2010

[14] M. K. D. INFORMATIKA, "PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA REPUBLIK INDONESIA NOMOR 33 TAHUN 2015," 2015.

[15] [Online] Available: https://banyumaskab.bps.go.id/Subjek/view/id/12#subjekViewTab 3|accordion-daftar-subjek1