

## Rancangan Infrastruktur Pembelajaran *E-Learning* dengan Teori Sistem Komunikasi Radio Gelombang Micro pada Wilayah Blank Spot Internet

<sup>1</sup>Dian Kasoni, <sup>2</sup>Liesnaningsih, <sup>3</sup>Sri Mulyati, <sup>4</sup>Ahmad Khairul

<sup>1,4</sup>STMIK Antar Bangsa, Kawasan Bisnis CBD Ciledug, Jl. HOS Cokroaminoto No.29-35, Karang Tengah, Kec.Ciledug, Kota Tangerang, Banten 15157, Telp: 0811 9391 441

<sup>2,3</sup>Universitas Muhammadiyah Tangerang, Jalan Perintis Kemerdekaan I Babakan No.33, RT.007/03, Cikokol, Kec.Tangerang, Kota Tangerang, Banten 15118, Telp: (021)557 93251

e-mail: [dhekallearning@gmail.com](mailto:dhekallearning@gmail.com), [liesnaningsih@ft-umt.ac.id](mailto:liesnaningsih@ft-umt.ac.id), [srimulyati@umt.ac.id](mailto:srimulyati@umt.ac.id)

Received: 17 – 06 - 2024

Accepted: 05 – 07 - 2024

### Abstract

*At the beginning of 2020, the education system in Indonesia evolved, this was the impact of the WHO (World Health Organization) statement regarding COVID-19 where WHO officially announced that COVID-19 was declared a global pandemic which resulted in schools being closed and replaced with distance or online learning. The implementation of distance or online learning has apparently encountered problems with internet signal coverage which is not evenly distributed throughout Indonesia, which makes it difficult for students, especially in rural areas. To deal with this problem, an e-learning system infrastructure design was created that does not use the internet network in the process. In the design process there are procedures or steps that will be taken, namely designing a wireless radio communication system to determine the radio wave signal transmission path that will send data from the transmitter to the receiver and vice versa using radio communication system theory to obtain LOS (Line Of Sight) or an unobstructed line of sight that takes into account the curvature of the earth, radio frequency link budget, and the reliability of the wireless radio communication system and also determines the estimated costs incurred to build an e-learning learning system infrastructure without the internet.*

**Keywords:** *E-learning, Wireless Radio Communication System, LOS (Line of Sight)*

### Abstrak

Di awal tahun 2020 Sistem pendidikan di Indonesia berevolusi ini adalah dampak dari pernyataan WHO (*World Health Organization*) atau Badan Kesehatan Dunia tentang COVID-19 dimana WHO secara resmi mengumumkan bahwa COVID-19 dinyatakan sebagai pandemi global yang mengakibatkan sekolah-sekolah ditutup dan digantikan dengan pembelajaran jarak jauh atau daring. Pelaksanaan pembelajaran jarak jauh atau daring ternyata menemui kendala jangkauan sinyal internet yang tidak merata diseluruh Indonesia yang membuat kesulitan para siswa/i terutama di wilayah-wilayah pedesaan. Untuk menangani masalah ini maka dibuatlah perancangan infrastruktur sistem pembelajaran *e-learning* yang tidak menggunakan jaringan internet dalam prosesnya. Pada proses rancangannya terdapat prosedur atau langkah-langkah yang akan ditempuh yaitu merancang sebuah sistem komunikasi radio wireless untuk menentukan jalur transmisi sinyal gelombang radio yang akan mengirimkan data dari pemancar ke penerima dan sebaliknya dengan teori sistem komunikasi radio untuk mendapatkan LOS (*Line Of Sight*) atau jalur pandang tanpa halang yang memperhitungkan faktor kelengkungan bumi, link budget radio frekuensi, dan kehandalan sistem komunikasi radio wireless dan juga menentukan berapa perkiraan biaya yang dikeluarkan untuk membangun infrastruktur sistem pembelajaran *e-learning* tanpa internet.

**Kata Kunci:** *E-learning, Sistem Komunikasi Radio Wireless, LOS (Line of Sight)*

## PENDAHULUAN

Di awal tahun 2020 Sistem pendidikan di Indonesia berevolusi, sekolah-sekolah ditutup dan digantikan dengan pembelajaran jarak jauh atau daring, menurut data UNESCO hampir seluas dunia menutup semua kegiatan bersekolah. Hal ini terjadi disemua jenjang pendidikan dari taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi ini adalah dampak dari pernyataan WHO (*World Health Organization*) atau Badan Kesehatan Dunia tentang COVID-19 dimana WHO secara resmi mengumumkan bahwa COVID-19 dinyatakan sebagai pandemi global pada Rabu (11/3/2020). Untuk pencegahan penularan di Indonesia, maka Presiden RI Bapak Joko Widodo menghimbau kepada masyarakatnya untuk melakukan langkah-langkah Pembatasan Kegiatan Sosial Berskala Besar atau PSBB pada Selasa (31/3/2020) yang didasari dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2018 tentang Kekarantinaan Kesehatan (Perpres RI, 2018) dan inilah yang mendasari perubahan pola kegiatan pembelajaran di awal tahun 2020 ini dikarenakan kegiatan belajar mengajar di Sekolah dianggap sebagai kegiatan yang rentan terhadap penularan COVID-19 maka sekolah ditutup dan diganti dengan pembelajaran dari rumah atau pembelajaran jarak jauh yang ditetapkan disurat edaran kemendikbud Nomor 15 tahun 2020 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Belajar Dari Rumah Dalam Masa Darurat Penyebaran Covid-19 (Kemendikbud, 2020).

Untuk memperlancar penyelenggaraan pembelajaran jarak jauh pemerintah memberikan bantuan kuota internet untuk pendidik dan peserta didik yang didapat dari subsidi pemerintah sebesar Rp70,718 triliun yang ditulis diperaturan sekretaris jenderal nomor 14 tahun 2020 tentang petunjuk teknis bantuan kuota data internet tahun 2020 (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, 2020). dengan berjalannya waktu pelaksanaan pembelajaran jarak jauh atau daring ternyata menemui banyak kendala terutama kendala jangkauan sinyal internet yang tidak merata di seluruh wilayah Indonesia. Direktorat Jenderal Informasi dan Komunikasi Publik (DJIKP) Usman Kansong menyampaikan pada webinar: Adu Strategi Pemerintah di Layar Kaca, Kamis (30/9/2021) yaitu "Data Badan Aksesibilitas Telekomunikasi dan Informasi (BAKTI) menyebutkan bahwa 49.33% wilayah Indonesia dapat menikmati akses jaringan 4G, 44.35% wilayah dapat menikmati jaringan 3G dan jaringan 2G dapat di akses sebanyak 68.54% wilayah di Indonesia sementara ada 9.113 desa atau kelurahan belum mendapatkan akses jaringan internet" (Kominfo, 2021). Ternyata bantuan pemerintah untuk subsidi pembelian kuota memang sangat membantu untuk pendidik dan peserta didik terutama untuk pengurangi biaya pembelian kuota internet akan tetapi bantuan ini sangat membantu hanya di wilayah-wilayah yang terjangkau sinyal internet seperti di wilayah perkotaan. Akan tapi tidak terlalu bermanfaat di wilayah-wilayah yang tidak terjangkau sinyal internet seperti di wilayah pedesaan.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Purbo dengan judul internet-Offline Solution: Detail Description and Benchmarking membahas tentang pembelajaran e-learning yang sebelumnya online dibuat offline atau tanpa akses internet dengan perancangan sebuah server yang di install e-learning, Wikipedia offline, perpustakaan digital, dan lain-lain yang ditaruh di jaringan local area network yang dibuat seperti mengakses program pembelajaran dari internet (Purbo, 2020). Pada penelitian yang dilakukan Kristiadi dan Nashiruddin yang berjudul Analisis Perencanaan Transmisi

Microwave Link Antara Semarang-Magelang Untuk Radio Access Long Term Evolution (Lte) membahas tentang sebuah perencanaan jaringan komunikasi LTE antara kota Semarang dengan kota Magelang yang menggunakan perencanaan microwave link dengan hasil akhir yaitu untuk membantu mencari solusi mengatasi halangan atau obstacle pada transmisi sinyal gelombang mikro antara Semarang dengan Magelang untuk mendapatkan komunikasi line of sight (LOS) atau jalur pandangan tanpa terhalang (Kristiadi & Nashiruddin, 2019)

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kepustakaan atau *library research*. Berikut tahapan studi kepustakaan:



Gambar 1. Tahapan Studi Kepustakaan

Populasi pada penelitian ini adalah para siswa/i di pedesaan yang kesulitan dalam melaksanakan pembelajaran dari rumah atau pembelajaran jarak jauh. Sedangkan sampelnya penulis mencontohkan kasus di wilayah Lembang Perindingan, Kecamatan Gandang Batu Sillanan, Kabupaten Tana Toraja Sulawesi Selatan, karena mempunyai fenomena yang sama yaitu para siswa/i yang berada di wilayah yang kesulitan mengikuti pembelajaran dari rumah atau pembelajaran jarak jauh karena tidak terjangkau sinyal internet di wilayahnya.

### Skenario Perancangan Jaringan Wireless

Ada 3 skenario dalam perancangan tower pemancar wifi jarak jauh di Lembang Perindingan yang akan penulis buat yaitu:

#### 1. Skenario perancangan pertama (SP1)

Sebuah tower di taruh di SMPN 6 Mengkedek yang di pasang *access point* sebagai titik pemancar (Tx) sinyal sekaligus di pasang server pembelajaran e-learning letak lokasi SMPN 6 Mengkedek



Gambar 2. SMPN 6 Mengkedek (sumber: google earth pro)

#### 2. Skenario perancangan kedua (SP2)

Antena parabola yang ditaruh di SDN 150 Perindingan diarahkan ke SMPN 6

<http://jurnal.umat.ac.id/index.php/jt/index>

Mengkedek bertujuan untuk memperkuat sinyal yang diterima oleh antena yang akan disebarkan kembali ke SDN 150 perindingan agar para pengajar bisa mengakses server pembelajaran yang ditaruh di SMPN 6 Mengkedek.



Gambar 3. SDN 150 Perindingan (sumber: google earth pro)

3. Sebuah tower di taruh di SMPN 6  
Antena parabola yang di taruh di Dusun Kasimpo di arahkan ke SMPN 6 Mengkedek bertujuan untuk memperkuat sinyal yang di terima oleh antena yang akan di sebarakan kembali ke pemukiman siswa/i yang berada di Dusun Kasimpo.



Gambar 4. Dusun Kasimpo Perindingan (sumber: google earth pro)

### **Analisa Kebutuhan Sistem**

Untuk dapatkan informasi dan menjalankan simulasi Perancangan Tower Pemancar Wifi Jarak Jauh Di Wilayah Blankspot Sinyal Untuk pembelajaran Daring membutuhkan perangkat yaitu:

1. Kebutuhan Perangkat Keras
  - a. Prosesor Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q6600 @ 2.40GHz
  - b. Memory Ram DDR3 6 Gb
  - c. Hard disk 500 Gb
  - d. Keyboard
  - e. Mouse
  - f. Jaringan internet
2. Kebutuhan Perangkat Lunak
  - a. OS Ubuntu 20.04 LTS
  - b. <https://ispdesign.ui.com/>
  - c. Google earth pro
  - d. Virtualbox
  - e. GNS3
3. Kebutuhan Perangkat Jaringan

Tabel 1 Perangkat Jaringan

Parameter	Spesifikasi		
	Transmitter (Tx)		Receiver
Fungsi	Acces point	Antenna	Antenna
Merk	Ubiquiti	Ubiquiti	Ubiquiti
Model	LTU-Rocket	AM-5G19-120	LTU-LR
Max Power Tx	29dbm	-	22 dbm
Gain	-	13 dbm	26 dbm
Frekuensi	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Rx Sensitivity	-79 dbm	-	-
Sudut pancar	-	120°	-

#### 4. Kebutuhan Data Parameter Pengukuran

Dalam memetuakan parameter pengukuran pada penelitian ini peneliti menggunakan aplikasi *Google maps* dan *Google earth pro*, dimana *Google earth pro* merupakan aplikasi pencitraan satelit geospasial atau ruang kebumian yang menampilkan bumi secara virtual dengan tampilan 3D. berikut tabel hasil analisis data yang diambil dari aplikasi Googel earth.

Tabel 2 Titik koordinat Lokasi Tower

Lokasi Tower	Latitude	Longitude
SMPN 6 Mengkedek	-3.189557113825458	119.8366428525196
SDN 150 Perindingan	-3.1820571485076012	119.82629999673084
DUSUN Kasaempo	-3.1866142647524383	119.84194285251924

Tabel 3 Parameter Pengukuran

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Data ketinggian permukaan tanah di atas permukaan laut		
	a. SMPN 6 Mengkedek	1431	Meter
	b. SDN 150 Perindingan	1561	Meter
	c. Dusun Kasempo	1371	Meter
2	Jarak		
	(a-b) SMPN 6 mengkedek ke SDN 150 Perindingan	1.43	Km
	(a-c) SMPN 6 mengkedek ke Dusun Kasempo	714	Meter
3	Tinggi penghalang		
	(a-b) SMPN 6 mengkedek ke SDN 150 Perindingan	1.547	meter
	(a-c) SMPN 6 mengkedek ke Dusun Kasempo	1451	meter
4	Jarak penghalang antara		
	(a-b) SMPN 6 mengkedek ke SDN 150 Perindingan	668	Meter
	(a-c) SMPN 6 mengkedek ke Dusun Kasempo	318	Meter
5	Jari-jari bumi	6.371	meter
6	Faktor kelengkungan bumi (K)	4/3	
7	Iklm tropis		

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Perhitungan Skenario 1

Pada skenario satu tower disimulasikan dititik koordinat -3.189198, 119.836774 dengan perhitungan yang meliputi tinggi tower dan EIRP ( *Effective Isotropic Radiation Power* ) atau daya yang dikeluarkan antenna untuk memancarkan sinyal dan penentuan pita frekuensi yang akan digunakan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Skenario 1

No	Hasil Perhitungan	Nilai
1	Pita frekuensi	5,0
2	Tinggi Tower Antena	59
3	EIRP	29
4	Sudut antenna	0.3° N
5	Sudut Kemiringan Antena	0.94 °

Tabel 5. Hasil Perhitungan SP2 dan SP3

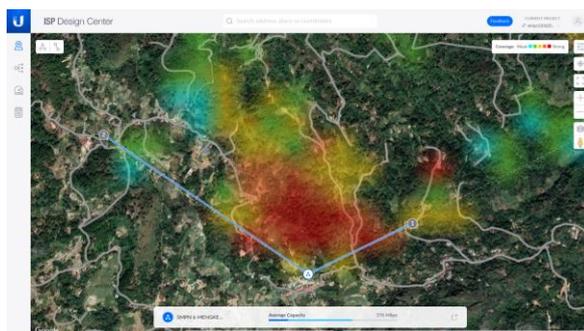
No	Hasil Perhitungan Teori dan Simulasi	SP2	SP3
1	Titik koordinat	-3.18218, 119.826536	-3.186639, 119.841981
2	Pita frekuensi	5,0 Ghz	5,0 Ghz
3	Faktor Koreksi Kelengkungan Bumi	0,0302 m	0,0076 m
4	Fresnel Zone	4,6227 m	3,287 m
5	Fresnel Zone Clearance ( 60% ) + faktor kelengkungan bumi	2,8038 m	2,0482 m
6	Tinggi Tower antenna	57 m	49 m
7	Free space loss	109,5361 dBm	103,4546 dBm
8	Rx sinyal level	- 54,5361 dBm	- 48,4546 dBm
9	FM atau SOM	20,4639 dBm	26,5454 dBm
10	kehandalan	99,999999 %	99,999999%
11	Sudut arah antenna	124° E	224° W
12	Sudut kemiringan antenna	- 5,51°	5,95°

### Simulasi Komunikasi Radio Wireless

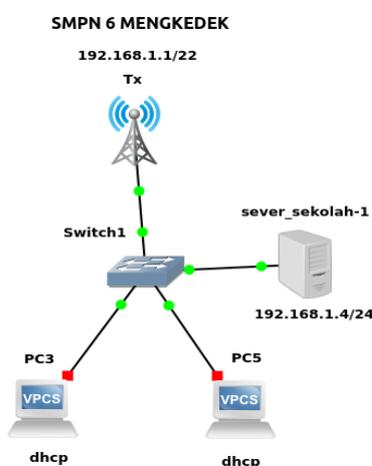
Berdasarkan tabel 4 dan 5 akan menjadi hasil yang akan diimplementasikan disimulator <https://ispdesign.ui.com/> untuk mengetahui LOS ( *Line Of sight* ) transmisi gelombang radio dari Tx ke Rx:

#### 1. Simulasi Skenario Perancangan Satu (SP1)

Implementasi dalam simulasi menampilkan hasil tower pemancar setinggi 57 meter dari permukaan tanah dan menggunakan access point LTU-Rocket dengan antenna AM-5G19-120° dengan EIRP 10 dBm dan gain antenna 19 dBm dan dipasangkan server sekolah yang di dalamnya ada moodle dan mediawiki

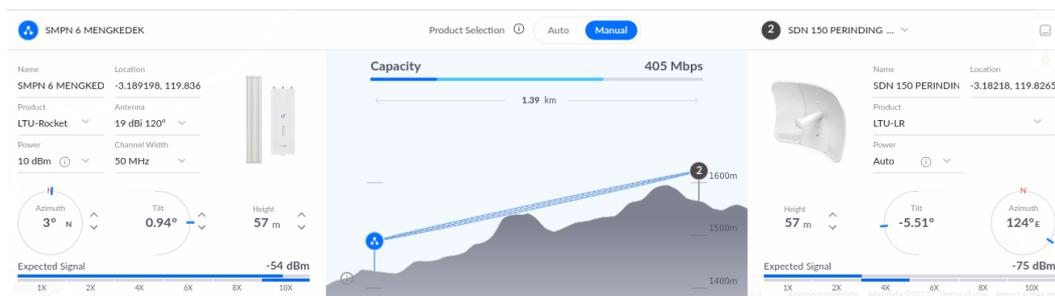


Gambar 5. Simulasi ispdesign.ui.com SP1 (sumber: dokumen pribadi)

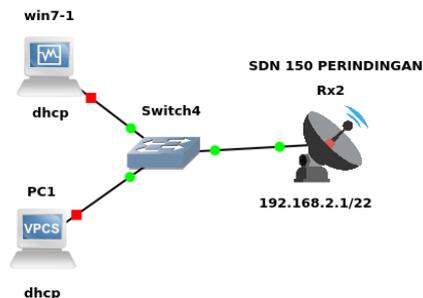


Gambar 6. Simulasi GNS3 SP1 (sumber: dokumen pribadi)

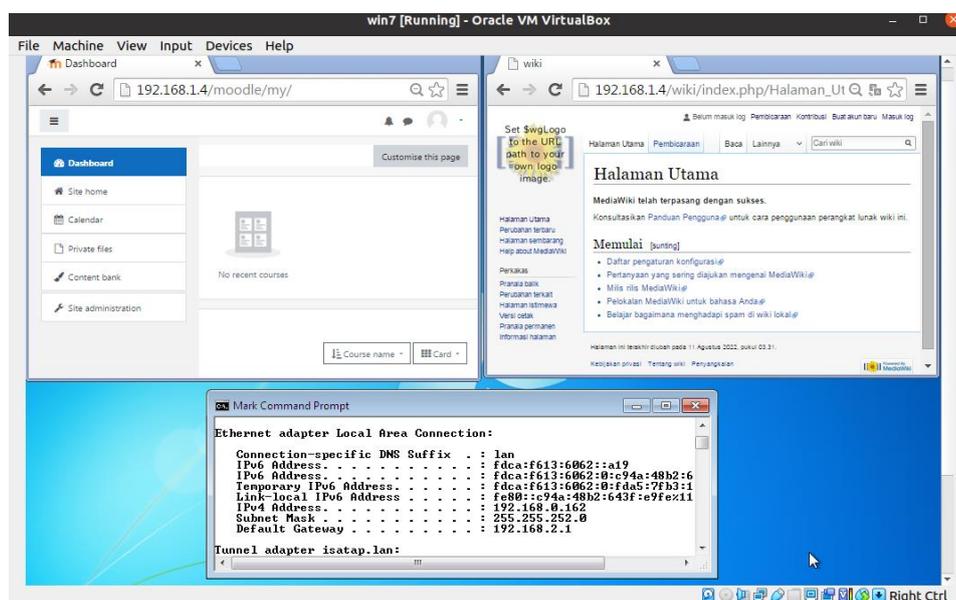
2. Simulasi Skenario Perancangan Dua (SP2)  
Implementasi dari simulasi menampilkan hasil sebagai berikut:



Gambar 7 Simulasi ispdesign.ui.com SP2 (sumber: dokumen pribadi)

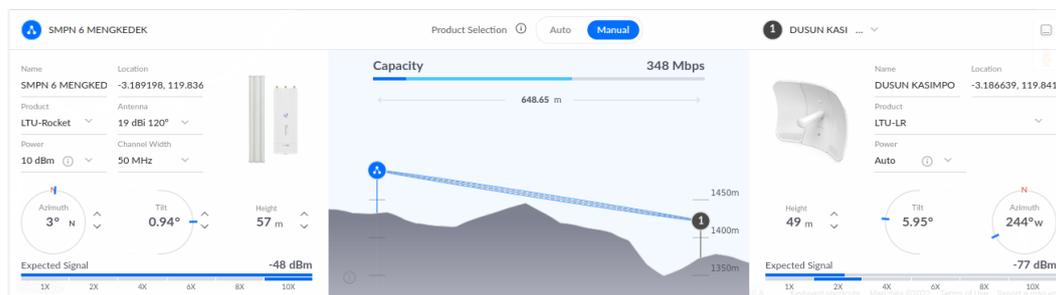


Gambar 8. Simulasi GNS3 SP2 (sumber: dokumen pribadi)

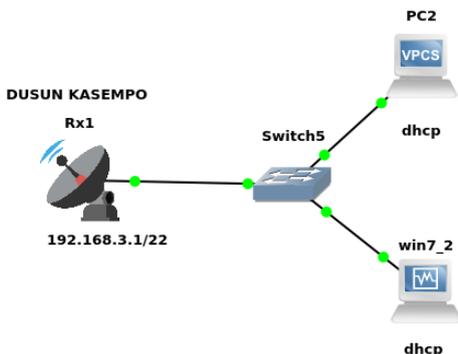


Gambar 9. koneksi ke server sekolah SP2 virtualbox dan gns3 (sumber: dokumen pribadi)

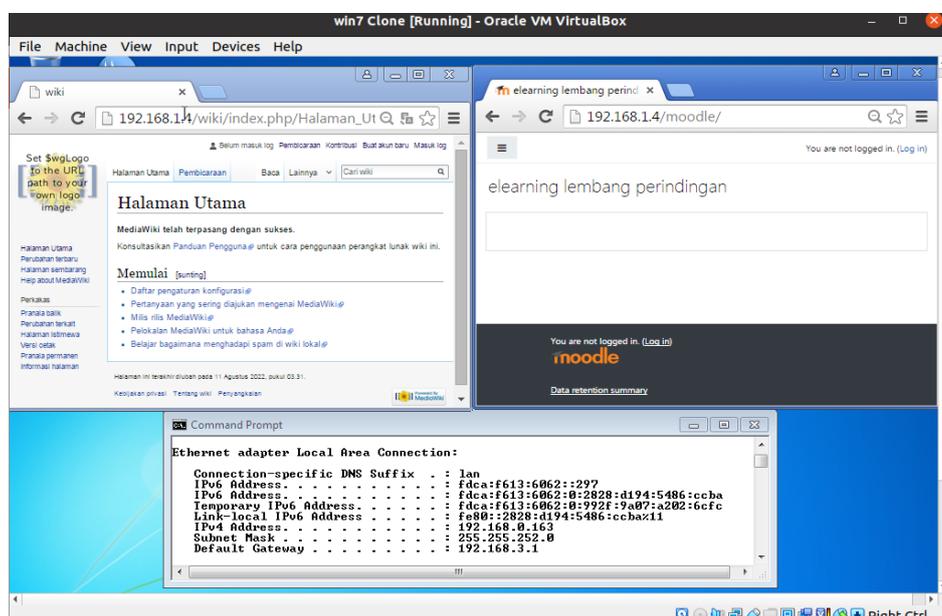
3. Simulasi Skenario Perancangan Tiga (SP3)  
Implementasi dari simulasi menampilkan hasil sebagai berikut:



Gambar 10 simulasi ispsdesign.ui.com SP3 (sumber: dokumen pribadi)



Gambar 11 simulasi GNS3 SP3 (sumber: dokumen pribadi)



Gambar 12. koneksi ke server sekolah SP3 virtualbox dan gns3 (sumber: Dokumen Pribadi)

## Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian dari parameter yang didapat dari sampel yang dipilih menggunakan aplikasi google dan dihitung dengan perhitungan teori sistem komunikasi radio wireless yang menghasilkan angka-angka yang menjadikan tolak ukur apakah sistem ini layak untuk digunakan atau tidak dan juga disimulasikan di <https://ispdesign.ui.com> untuk melihat hasilnya secara visualisasi. dalam proses prancangan sistem terdapat skenario tiga sekenario yang dibuat untuk untuk membuat proses lebih terstruktur.

### 1. Skenario Perancangan Satu (SP1)

Sebuah tower pemancar (Tx) sinyal dengan accespoint LTU-Rocket yang diatur di frekuensi 5 Ghz dengan pemakaian EIRP 10 dBm(2.4) dan dipasangkan antena sektoral AM-5G19-120<sup>0</sup> derajat yang mempunyai gain antena 19 dBm ditaruh di tower setinggi 57 meter (3.1) dan di arahkan ke 3<sup>0</sup> derajat dari arah utara ke timur laut dengan sudut kemiringan antena 0.94<sup>0</sup> derajat (gambar 4.2, 4.3) lalu tower di pasang di titik kordinat -3.189198, 119.836774 di wilayah SMPN 6 Mengkedek yang

bertujuan untuk saluran pusat untuk melakukan transfer data yang dihubungkan dengan beberapa jaringan.

2. Skenario Perancangan Dua (SP2)

Sebuah antena penerima (Rx) LTU-LR dengan frekuensi 5 Ghz yang berbentuk parabola mempunyai gain 29 dBm ditaruh di tower setinggi 57 meter (3.1) dan di arahkan ke accespoint yang berada di SMPN 6 Mengkedek dengan arah sudut  $242^{\circ}$  derajat dari utara ke barat dengan sudut kemiringan antena  $7.63^{\circ}$  derajat lalu tower ditaruh di titik koordinat  $3^{\circ}10'56,40''E$   $119^{\circ}49'35.00''S$  di wilayah SDN 150 Perindingan dengan kecepatan transfer data sebesar .

Hasil dari perhitungan sistem komunikasi radio wireless dari pancaran daya sinyal tower Tx SMPN 6 Mengkedek yaitu sebesar 29 dBm (2.4) yang mengalami redaman sinyal di ruang bebas atau free space path loss, sebesar 109,5361 dBm (2.5) maka daya sinyal yang diterima atau RSL (*Receved Sinyal Level*) di antena sebesar -54,5361 dBm (2.6) Untuk menanggulangi dampak dari fluktuasi sinyal dari perhitungan didapatkan cadangan daya (*Fading Margin*) sebesar 20,4639 dBm (2.7) maka nilai availability yang didapatkan adalah 99,9999959% (2.8) dan dinyatakan sistem layak beroperasi di karenakan nilai kehandalan sistem lebih besar dari minimum standar nilai availability 99,99%.

3. Skenario perancangan Tiga (SP3)

sebuah antena (Rx)penerima wifi LTU-LR dengan frekuensi 5 Ghz yang berbentuk parabola yang mempunyai gain 29 dBm ditaruh di tower setinggi 49 meter (3.1) dan di arahkan ke accespoint SMPN 6 Mengkedek dengan sudut arah  $242^{\circ}$  derajat dari utara ke barat dengan sudut kemiringan antena  $7.63^{\circ}$  derajat lalu tower ditaruh di titik koordinat  $3^{\circ}$  derajat 10' menit 56.40'' detik Lintang Selatan dan  $119^{\circ}$  derajat 49' menit 35.00'' detik Bujur Timur atau  $3^{\circ}10'56,40''LS$   $119^{\circ}49'35.00''BT$  wilayah SDN 150 Perindingan dengan kecepatan transfer data sebesar

Hasil dari perhitungan sistem komunikasi radio wireless dari pancaran daya sinyal tower Tx SMPN 6 Mengkedek yaitu sebesar 29 dBm (2.4) yang mengalami redaman sinyal di ruang bebas atau free space path loss sebesar 103,4546 dBm (2.5) dan daya sinyal yang diterima atau RSL (*Receved Sinyal Level*) diantena sebesar -48,4546 dBm (2.6) Untuk menanggulangi dampak dari fluktuasi sinyal, didapatkan cadangan daya (*Fading Margin*) sebesar 26,5454 dBm (2.7) maka nilai availability yang didapatkan adalah 99,9999999% (2.8) dan dinyatakan sistem layak beroperasi di karenakan nilai kehandalan sistem lebih besar dari minimum standar nilai availability 99,99%.

### SIMPULAN DAN SARAN

Perancangan sistem komunikasi radio wireless harus memenuhi standarisasi perhitungan sistem yang ada agar dapat beroperasi dengan baik nantinya dan memenuhi perhitungan sistem komunikasi radio wireless yang diterapkan pada penelitian ini adalah standarisasi perhitungan yang banyak dipakai untuk perencanaan desain jaringan link microwave yang merupakan sistem komunikasi yang menggunakan gelombang radio seperti pada tower-tower BTS (*Base Transceiver Station*) infrastruktur komunikasi yang memfasilitasi komunikasi nirkabel antar perangkat komunikasi dan jaringan operator.

Dalam penelitian ini belum memakai antena sungguhan untuk dapat melihat secara nyata sistem berjalan peneliti hanya mengimplementasikanya menggunakan simulator maka saran untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan media antena sungguhan dan untuk server e-learning yang berjalan di jaringan local bisa dikembngkan lagi seperti pemakainya dua server untuk memisahkan database server dan web server agar kecamatan server dalam memproses data akan lebih cepat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Kemendikbud. (2020). *Surat Edaran Sekretaris Jenderal Kemendikbud Nomor 15 Tahun 2020 : Tentang Pedoman Penyelenggaraan Belajar Dari Rumah Dalam Masa Darurat COVID-19*. 35. [www.kemendikbud.go.id](http://www.kemendikbud.go.id)
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan T. (2020). *Bantuan Kuota Data Internet Tahun 2020*. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2020/09/kemendikbud-terbitkan-petunjuk-teknis-bantuan-kuota-data-internet-tahun-2020>
- Kominfo, D. I. (2021). *Adu Strategi Pemerintah di Layar Kaca*. <https://www.youtube.com/watch?v=GUu8XthL4Hk>
- Kristiadi, I. D., & Nashiruddin, M. I. (2019). Analisis Perencanaan Transmisi Microwave Link antara Semarang-Magelang untuk Radio Access Long Term Evolution (LTE). *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 17(2), 95–110. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2019.170202>
- Perpres RI. (2018). Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2018 tentang Kekarantinaan Kesehatan. *Pemerintah Republik Indonesia*, 1–72. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/90037/uu-no-6-tahun-2018>
- Purbo, O. W. (2020). Internet-offline solution: Detail description and benchmarking. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(4), 1809–1818. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.V18I4.13309>