

ANALISIS MODEL PROPAGASI OKUMURA-HATA UNTUK *LINK TERRESTIAL* ANTENA PEMANCAR TV TOWER TURYAPADA

Araselly Agnes Pramudiawati¹, Ni Luh Nyoman Ratna Warsitasari², Putu Surya Juliantara³, I Made Oka Widyantara⁴, Nyoman Pramaita⁵, IGAK. Diafari Djuni Hartawan⁶

^{1, 2, 3}Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

^{4, 5, 6}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana Jimbaran, Kabupaten Badung, Bali

agnespramudiawati@student.unud.ac.id¹, nyomanratna@student.unud.ac.id², suryajuliantara@student.unud.ac.id³, oka.widyantara@unud.ac.id⁴, pramaita@unud.ac.id⁵, igakdiafari@unud.ac.id⁶

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis kinerja model propagasi Okumura-Hata dalam perancangan *link terrestrial* antena pemancar televisi digital di Tower Turyapada, Desa Pegayaman, Kabupaten Buleleng. Hasil penelitian ini penting untuk mengoptimalkan kualitas sinyal di wilayah dengan tantangan geografis seperti pegunungan dan lembah yang menghambat propagasi sinyal. Fokus utama penelitian mengukur dan membandingkan kuat medan sinyal di empat titik uji di Bali Utara menggunakan simulasi untuk memprediksi performa model propagasi dalam kondisi topografi yang berbeda, kemudian membandingkan hasil simulasi dengan perhitungan teoritis untuk menilai akurasi model, serta mengevaluasi kesesuaian hasil dengan nilai referensi yang telah ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Okumura-Hata tidak cocok dan tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi topografi kompleks Buleleng, karena hasil simulasi lebih rendah dibandingkan nilai referensi. Studi ini merekomendasikan penggunaan model propagasi alternatif yang lebih sesuai dengan kondisi geografis lokal, serta pengukuran lapangan yang lebih rinci untuk memastikan kualitas sinyal optimal di seluruh wilayah.

Kata kunci: Televisi Digital Terrestrial, Bali Utara, Okumura-Hata, *Radio Planner 3.0*, Coverage Area.

ABSTRACT

This research analyzes the performance of the Okumura-Hata propagation model in designing terrestrial link antennas for digital television transmitters at Tower Turyapada, Pegayaman Village, Buleleng. The findings are important for optimizing signal quality in regions with geographical challenges, such as mountains and valleys, which obstruct signal propagation. The primary focus of the study is to measure and compare signal field strength at four test points in North Bali using simulations to predict the performance of the propagation model under different topographical conditions. The simulation results are then compared with theoretical calculations to assess the model's accuracy and evaluate their alignment with established reference values. The results show that the Okumura-Hata model is not suitable and does not fully reflect the complex topography of Buleleng, as the simulation results were lower than the reference values. The study recommends using an alternative propagation model more suited to local geographical conditions, along with more detailed field measurements to ensure optimal signal quality throughout the coverage area.

Key Words: Digital Television Terrestrial, North Bali Region, Okumura-Hata, *Radio Planner 3.0*, Coverage Area.

1. PENDAHULUAN

Penyiaran televisi digital terrestrial, yang menggunakan frekuensi *Very High Frequency* (VHF) atau *Ultra High Frequency* (UHF), memberikan peningkatan signifikan

dibandingkan penyiaran analog, terutama dalam efisiensi pemanfaatan spektrum frekuensi radio. Sistem digital ini tidak hanya mengalirkan data gambar dan suara dengan kualitas yang lebih baik tetapi juga

menawarkan fitur multifungsi dan multimedia, termasuk layanan interaktif dan informasi peringatan dini bencana. Kualitas gambar dan suara yang diterima pemirsa jauh lebih baik dibandingkan dengan siaran analog, di mana gangguan seperti gambar kabur atau suara tidak jelas tidak lagi menjadi masalah [1].

Di Indonesia, peralihan ke sistem penyiaran televisi digital telah diatur oleh berbagai peraturan pemerintah. Mulai dari Peraturan Menteri Kominfo Nomor 05 Tahun 2012 yang menetapkan standar penyiaran televisi digital terestrial DVB-T2 [2]. Hingga Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 6 Tahun 2019 yang mengatur Rencana Induk Frekuensi Radio untuk penyelenggaraan televisi digital di pita UHF [3]. Peralihan ini merupakan bagian dari kemajuan teknologi informasi dan telekomunikasi yang mempengaruhi regulasi dan operasional lembaga penyiaran di Indonesia.

Di Provinsi Bali, terdapat satu wilayah siaran yang dilayani oleh empat pemancar TVRI, yang masing-masing berada di Bukit Bakung, Gunung Kutul, Kintamani, dan Kelatakan. Pemancar-pemancar ini ditempatkan sesuai dengan kebutuhan topografi dan untuk menghindari interferensi sinyal, sejalan dengan teknik *Single Frequency Network* (SFN) yang digunakan dalam penyiaran televisi digital. Namun, di Kabupaten Buleleng, kondisi topografi yang bervariasi, dengan banyaknya daerah perbukitan dan pegunungan, menimbulkan tantangan berupa *blank spot*, di mana sinyal televisi tidak dapat dijangkau.

Untuk mengatasi masalah ini, Pemerintah Provinsi Bali telah merancang dan membangun *Tower Turyapada* di Desa Pegayaman, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. *Tower* ini dirancang untuk memancarkan siaran televisi digital dengan spesifikasi frekuensi 478 MHz – 694 MHz dan RF *output power* antara 1 W hingga 20.000 W RMS. Lokasi *tower* ini dipilih dengan memperhatikan kondisi geografis dan topografi Buleleng untuk memastikan sinyal dapat diterima secara

merata di seluruh wilayah, terutama di daerah-daerah yang sebelumnya tidak terjangkau.

Selain perencanaan lokasi pemancar, penelitian ini juga mencakup kajian mendalam terhadap model propagasi yang digunakan dalam perancangan sistem penyiaran televisi digital. Model propagasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Okumura-Hata yang berusaha diterapkan untuk mengoptimalkan penerimaan sinyal di wilayah dengan topografi yang kompleks seperti di Kabupaten Buleleng. Model ini mempertimbangkan berbagai faktor seperti ketinggian antena, frekuensi, jarak dan lingkungan sekitar untuk meminimalkan rugi-rugi propagasi dan memastikan sinyal televisi digital dapat diterima dengan baik di seluruh wilayah cakupan.

Analisis propagasi merupakan hal penting dalam perencanaan teknis sistem penyiaran televisi digital karena dapat memprediksi kualitas dan cakupan sinyal dalam lokasi tertentu. Analisis ini mencoba memastikan bahwa sinyal dapat mencapai penerima dengan kekuatan sinyal yang memadai. Model propagasi Okumura-Hata digunakan untuk analisis karena memiliki kemampuan dalam memprediksi *path loss* atau kehilangan daya sinyal.

Dengan adanya implementasi *Tower Turyapada* dan penerapan model propagasi yang tepat, diharapkan seluruh masyarakat di Kabupaten Buleleng, termasuk yang berada di daerah terpencil dan berbukit, dapat menikmati akses siaran televisi digital yang merata dan berkualitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur dan membandingkan kuat medan sinyal di empat titik uji di Bali Utara menggunakan simulasi untuk memprediksi performa model propagasi dalam kondisi topografi yang berbeda, kemudian membandingkan hasil simulasi dengan perhitungan teoritis untuk menilai akurasi model, serta mengevaluasi kesesuaian hasil dengan nilai referensi yang telah ditetapkan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penyiaran Televisi Digital

Penyiaran televisi digital memiliki kelebihan pada ketahanannya terhadap derau dan kemudahannya untuk diperbaiki (*recovery*) pada bagian penerimanya dengan suatu kode koreksi kesalahan (*error correction code*), konsumsi *bandwidth* yang lebih efisien serta efek interferensi yang lebih rendah dan penggunaan sistem OFDM yang tangguh dalam mengatasi efek lintas jamak.

Terdapat dua bagian standarisasi pada teknologi penyiaran TV digital, yaitu: bagian 1 standar untuk kompresi dan *multiplexing* dan bagian 2 kode koreksi kesalahan dan sistem transmisi. Standar untuk kompresi menggunakan MPEG-2, sedangkan untuk bagian 2 terdapat sejumlah standar penyiaran TV digital yang saat ini berkembang, yaitu DVB-T dari Eropa, ISDB-T dari Jepang, ATSC dari Amerika Serikat, T-DMB dari Korea Selatan, DMB-T dari China.

DVB-T berbasis teknik OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) yang dikombinasikan dengan *interleaving* dan memiliki kelebihan dalam menjangkau TV yang bergerak. DVB-T juga dapat diimplementasikan dalam mode SFN di mana suatu operator dapat memasang beberapa pemancar dengan frekuensi yang sama tersebar pada suatu area [4].

2.2 Digital Video Broadcasting Second Generation (DVB-T2)

Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial (DVB-T2) merupakan standar penyiaran televisi digital terestrial yang merupakan kelanjutan dari standar DVB-T. DVB-T2 dikembangkan oleh konsorsium *DVB Project*, yang terdiri dari berbagai perusahaan teknologi dan penyiaran di Eropa.

DVB-T2 menggunakan modulasi *Orthogonal Frequency Division Multiplex* (OFDM) dengan jumlah besar *subcarriers* untuk mengirimkan sinyal. Teknologi ini menggunakan *coding* yang sama dengan DVB-T2 dalam hal koreksi kesalahan. *Low Density Parity Check* (LDPC)

dikombinasikan dengan *Bose-Chaudhuri-Hocquenghem* (BCH) adalah *coding* yang digunakan untuk mengatasi kinerja suatu kanal dengan *noise* maupun interferensi yang tinggi sehingga koreksi kesalahan dapat dilakukan dan diperoleh sinyal yang diinginkan. Selain itu, DVB-T2 menyediakan empat mode tambahan pada ukuran *Fast Fourier Transform* (FFT) [5].

2.3 Okumura-Hata

Okumura-Hata adalah model prediksi *path loss* yang digunakan dalam komunikasi seluler untuk memperkirakan atenuasi sinyal antara pemancar dan penerima dalam lingkungan perkotaan, pinggiran kota, dan pedesaan yang didasarkan pada data empiris yang dikumpulkan oleh Okumura dan kemudian disederhanakan oleh Hata untuk memudahkan penggunaannya dalam perencanaan jaringan seluler. Model ini terutama digunakan untuk frekuensi antara 150 MHz hingga 1500 MHz dan jarak antara 1 km hingga 20 km [6]. Model ini memperhitungkan tinggi antenna pemancar dan penerima, frekuensi, dan jenis lingkungan (perkotaan, pinggiran kota, atau pedesaan). Adapun persamaan 1, 2, dan 3 merupakan perhitungan model propagasi Okumura-Hata untuk mencari nilai *path loss* untuk daerah urban, *suburban*, dan rural, berikut rumus yang digunakan:

Urban:

$$P_L(urban) = 69,55 + 26,16 \log_{10}(f) - 13,82 \log_{10}(h_t) - a(hrm) + (44,9 - 6,55 \log_{10}(h_t)) \log_{10}(d) \quad (1)$$

Suburban:

$$P_L(suburban) = P_L(urban) - 2 \left(\log_{10} \left(\frac{f}{28} \right) \right)^2 - 5,4 \quad (2)$$

Rural:

$$P_L(rural) = P_L(urban) - 4,78 \left(\log_{10}(f) \right)^2 + 18,33 \log_{10}(f) - 40,9 \quad (3)$$

Keterangan:

- P_L = *Path Loss* (dB)
- f = Frekuensi (MHz)
- h_t = Tinggi antenna pemancar (meter)

d = Jarak antara antenna pemancar dan antenna penerima (km)
 $a(hrm)$ = Faktor koreksi untuk ketinggian antenna penerima (dB)

2.4 Field Strength

Disebut juga dengan *field intensity*, secara umum mempunyai pengertian sebagai kuat medan dari suatu gelombang elektrik, magnetik atau elektromagnetik di suatu titik tertentu. Secara khusus, *field strength* dapat diartikan sebagai kuat medan yang diterima oleh antenna *receiver* dari energi radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh pemancar televisi pada suatu frekuensi tertentu. Dalam hal ini, *field strength* gelombang elektromagnetik mempunyai satuan dBμV/meter [7].

Dalam penelitian ini, nilai dari *field strength* atau kuat medan ini ditentukan berdasarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 6 Tahun 2019. Besarnya referensi nilai *field strength* di tiap daerah jumlah titik *test point* berbeda. Masing-masing titik *test point* telah diberikan referensi nilai *field strength* (kuat medan) untuk Provinsi Bali sesuai yang tertulis pada peraturan menteri yang ditunjukkan pada tabel 1 [2].

Tabel 1. Referensi Nilai *Field Strength*

No	Nama Titik Test Point	Longitude	Latitude	Referensi Nilai Field Strength
1	TP 1	114E26 15.050	08S10 12.990	88.7 ± 3 dB
2	TP 2	114E55 48.500	08S11 13.040	89.2 ± 3 dB
3	TP 3	115E05 19.370	08S06 13.580	81.6 ± 3 dB
4	TP 4	115E20 42.510	08S07 39.700	121.0 ± 3 dB
5	TP 5	115E36 54.930	08S26 42.700	97.7 ± 3 dB
6	TP 6	114E34 53.430	08S23 34.430	89.2 ± 3 dB

2.5 Test Point

Test point merupakan lokasi pengujian dan pengukuran di suatu wilayah layanan. Pada *test point* ini akan dilaksanakan pengujian batasan kuat medan (*field strength*). Berdasarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 6 Tahun 2019, di Provinsi Bali terdapat 6 titik *test point* [2]. Pada penelitian ini, penulis menggunakan 4 titik yang berlokasi di daerah Bali Utara. Titik *test point* 1 berada di Gilimanuk dan memiliki jarak dengan *Tower Turyapada* sejauh 81.900 meter, Titik *test point* 2 berada di

Pengastulan dan memiliki jarak dengan *Tower Turyapada* sejauh 26.400 meter, Titik *test point* 3 berada di Singaraja dan memiliki jarak dengan *Tower Turyapada* sejauh 17.100 meter, Titik *test point* 4 berada di Tejakula dan memiliki jarak dengan *Tower Turyapada* sejauh 26.100 meter.

2.6 Radio Planner 3.0

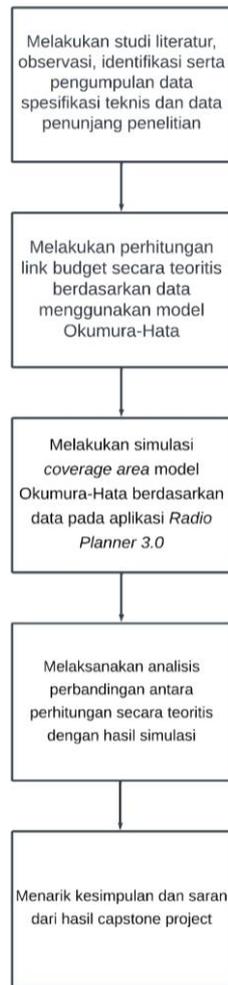
Radio Planner 3.0 dirancang khusus untuk membantu operator radio merencanakan pembangunan infrastruktur jaringan radio mereka. Fitur utamanya adalah analisis propagasi gelombang radio dan deteksi interferensi. *Software* ini memanfaatkan data geografis digital yang akurat untuk memodelkan propagasi gelombang radio di medan tertentu. Data kontur ketinggian, penggunaan lahan, dan *database* frekuensi digunakan untuk memperkirakan jangkauan siaran dan interferensi antar pemancar [8].

2.7 Google Earth Pro

Google Earth Pro adalah sebuah aplikasi pemetaan interaktif yang memungkinkan pengguna untuk melihat foto satelit, peta, dan informasi geografis lainnya. Aplikasi ini menggunakan sistem koordinat internal geografi dalam bentuk tunggal Sistem Geodetik Dunia tahun 1984 (WGS1984) dan memungkinkan pengguna untuk mencari alamat secara detail, memasukkan koordinat, atau mencari lokasi [9].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Buleleng dan *Tower Turyapada*, Desa Pegayaman, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Januari sampai Mei 2024. Metode penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berikut penjelasan pada Gambar 1:

Langkah 1. Pengumpulan Data

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data, yaitu data-data spesifikasi teknis sistem penyiaran televisi digital pada *Tower Turyapada* dan *test point* 1,2,3 dan 4 serta mengumpulkan data-data penunjang penelitian berupa data geografi kabupaten Buleleng, data topografi kabupaten Buleleng dan data model propagasi.

Langkah 2. Perhitungan Teknis Desain *Link Budget*

Perhitungan ini dilakukan pada setiap titik *test point* dengan model propagasi Okumura-Hata. Parameter yang dibutuhkan oleh setiap model propagasi, yaitu: frekuensi, jarak, daya pancar, ketinggian pemancar dan penerima, *loss*, *gain* antenna

pemancar, *gain* antenna penerima dan impedansi. Dari tahapan ini, *output* yang akan didapatkan adalah nilai hasil perhitungan teoritis *link budget*. Kemudian mendapat nilai *path loss* pada empat titik uji dan perhitungan ini masuk ke dalam perhitungan parameter perhitungan RSL.

Langkah 3. Simulasi

Melakukan simulasi *coverage area* pada aplikasi *Radio Planner 3.0*. Dari tahapan ini, *output* yang akan didapatkan adalah data *coverage area* di Bali Utara berdasarkan hasil simulasi dengan model propagasi pada aplikasi.

Langkah 4. Analisis Perbandingan

Melakukan analisis perbandingan antara perhitungan secara teoritis dan hasil simulasi. Dari tahapan ini, *output* yang akan didapatkan adalah perbandingan nilai *link budget* berdasarkan perhitungan teoritis dengan hasil simulasi *coverage area*.

Langkah 5. Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan langkah keempat maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan *Link Budget* Model Propagasi Okumura-Hata

Dalam perhitungan *link budget* Model Propagasi Okumura-Hata, digunakan beberapa parameter yaitu: (i) Kuat Pancar Antena = 60 dBm; (ii) Frekuensi = 642 MHz; (iii) Tinggi Antena Pemancar = 115 m; (iv) Tinggi Antena Penerima = 10 m; *Gain* Antena Pemancar = 13,5 dBi; *Gain* Antena Penerima = 19 dBi. Dengan beberapa parameter yang digunakan didapatkan hasil perhitungan teoritis *link budget* yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Teoritis

	Test Point 1	Test Point 2	Test Point 3	Test Point 4
Okumura-Hata	164,8 dB	137,3 dB	143,4 dB	136,4 dB

4.2 Hasil Simulasi *Coverage Area*

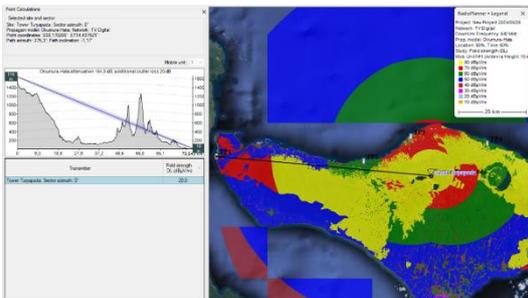
Dengan *software Radio Planner 3.0*, disimulasikan *coverage area* dengan parameter yang telah didapatkan, dan hasil simulasi yang didapatkan keseluruhan di Kawasan Bali Utara dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Coverage Area Bali Utara

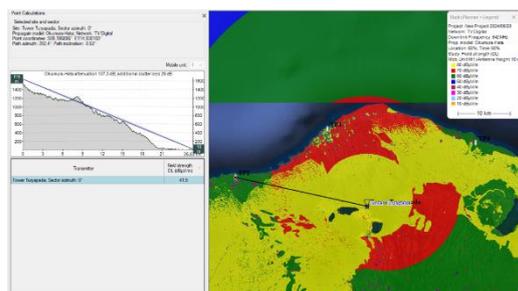
Dilihat dari gambar 2, hasil *coverage area* di Kawasan Bali utara dapat dikatakan mendapatkan hasil yang baik, Sebagian besar mendapatkan nilai *coverage area* sebesar 80 dB μ V/m di masing-masing kecamatan, dan nilai *coverage area* terkecil adalah 50 dB μ V/m.

Di dalam simulasi ini, dilakukan juga pengukuran *coverage area* di semua titik uji yang ditunjukkan pada gambar 3, 4, 5, dan 6.



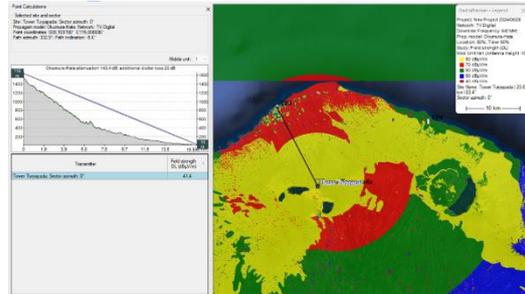
Gambar 3. Coverage Area pada Test Point 1

Pada gambar 3, titik uji yang terletak di Gilimanuk, sebagian besar mendapatkan nilai *coverage area* 50 dan 70 dB μ V/m yang ditunjukkan dengan area berwarna biru dan merah.



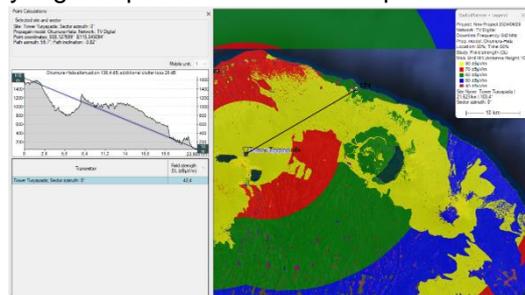
Gambar 4. Coverage Area pada Test Point 2

Pada gambar 4, titik uji yang terletak di daerah kecamatan Seririt, terdapat warna yang mencakup daerah tersebut, dari warna kuning, merah, dan hijau. Menunjukkan nilai *coverage area* yang didapat berkisar 60-80 dB μ V/m.



Gambar 5. Coverage Area pada Test Point 3

Pada gambar 5, titik uji yang terletak di daerah Singaraja, didapatkan warna kuning, merah, hijau dan biru, beserta beberapa warna yang tercampur pada wilayah tersebut. Menunjukkan nilai *coverage area* yang didapat berkisar 50-80 dB μ V/m.



Gambar 6. Coverage Area pada Test Point 4

Pada gambar 6, titik uji yang terletak di daerah Tejakula, didapatkan warna kuning, merah, hijau dan biru, beserta beberapa warna yang tercampur pada wilayah tersebut. Menunjukkan nilai *coverage area* yang didapat berkisar 50-80 dB μ V/m.

4.3 Analisis Model Propagasi

Berdasarkan tabel 2, dapat terlihat bahwa nilai *path loss* dari keempat titik uji bervariasi. Nilai *path loss* tertinggi ditemukan pada *test point* 1 dengan nilai

164,8 dB sedangkan nilai terendah ditemukan pada *test point* 4 dengan nilai 136,4 dB. Variasi ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kontur wilayah di Bali Utara, seperti adanya pegunungan, hutan, dan bangunan yang dapat mempengaruhi penyebaran sinyal. Nilai *path loss* tertinggi yang terdapat pada *test point* 1 menunjukkan bahwa sinyal mengalami penurunan kekuatan saat transmisi karena medan yang lebih kompleks serta jaraknya jauh dari pemancar, yaitu berjarak 81,9 km dan berlokasi di Gilimanuk. Sementara itu, nilai *path loss* terendah yang terdapat pada *test point* 4 menunjukkan bahwa area ini memiliki medan yang lebih rata dan jarak antara pemancar dengan penerima sebesar 17,1 km yang berlokasi di Singaraja. Hasil dari perhitungan *path loss* ini kemudian masuk ke dalam parameter perhitungan RSL pada masing-masing titik uji. Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan RSL pada masing-masing titik uji.

Tabel 4. Perhitungan Teoritis *Link Budget* Model Okumura-Hata

	Test Point 1	Test Point 2	Test Point 3	Test Point 4
Okumura-Hata	-72,3 dBm	-44,8 dBm	-50,9 dBm	-43,9 dBm

Dari tabel 4, *test point* 1 memiliki nilai RSL terendah dan *test point* 4 memiliki nilai RSL tertinggi, artinya sinyal yang diterima pada area ini kuat. Perbedaan ini menunjukkan bahwa topografi dan kondisi lingkungan lokal sangat penting dalam perencanaan jaringan. Daerah dengan nilai *path loss* tinggi akan memiliki nilai RSL yang rendah sehingga membutuhkan perhatian khusus dalam perencanaan dan penempatan infrastruktur jaringan agar memastikan cakupan sinyal memadai.

4.4 Analisis Perbandingan Teoritis dan Simulasi

Dalam analisis perbandingan perhitungan teoritis dengan hasil simulasi, nilai *coverage area* pada hasil simulasi dengan satuan $dB\mu V/m$ dikonversi menjadi dBm menggunakan situs *Compliance Engineering*. Dari kedua hasil perhitungan teoritis dan simulasi menggunakan aplikasi *Radio Planner* 3.0 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Perhitungan Teoritis dan Simulasi

	Test Point 1	Test Point 2	Test Point 3	Test Point 4
Perhitungan Teoritis	-72,3 dBm	-44,8 dBm	-50,9 dBm	-43,9 dBm
Simulasi <i>Radio Planner</i>	-87,0 dBm	-65,5 dBm	-65,6 dBm	-64,6 dBm

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya perbedaan hasil RSL dari perhitungan teoritis dengan hasil simulasi. Pertama, model ini menyederhanakan kondisi lingkungan dan topografi sedangkan aplikasi simulasi *Radio Planner* 3.0 memperhitungkan faktor lokal, seperti: titik koordinat lokasi, *path azimuth*, *path inclination*. Kedua, parameter yang digunakan untuk perhitungan pada persamaan 1 sampai 3 tidak sepenuhnya sesuai dengan kondisi nyata lingkungan, sedangkan aplikasi simulasi menggunakan data sebenarnya, seperti peta topografi dan penggunaan lahan yang lebih rinci sehingga mendapatkan hasil yang lebih realistis. Ketiga, efek refleksi dan difraksi yang lebih kompleks, yang sering diabaikan dalam perhitungan teoritis, dipertimbangkan dalam simulasi *Radio Planner* 3.0, menyebabkan perbedaan signifikan dalam hasil sinyal yang diterima. Selain itu, kondisi cuaca dan waktu yang tidak diperhitungkan dalam perhitungan teoritis juga dapat mempengaruhi propagasi sinyal, sedangkan simulasi *Radio Planner* 3.0 dapat mengakomodasi perubahan ini untuk memberikan hasil yang lebih akurat. Interferensi dan *noise* yang diabaikan dalam perhitungan teoritis juga menjadi faktor penting yang dipertimbangkan dalam simulasi *Radio Planner* 3.0. Sebagai contoh, beberapa *test point* memiliki sinyal yang lemah daripada perhitungan rata-rata. Itu membuktikan bahwa perhitungan teoritis tidak dapat menangkap variasi lokal dan lebih kompleks yang dapat diakomodasi dalam aplikasi simulasi. Keempat, terdapat perbedaan antara aplikasi *Google Earth Pro* untuk perhitungan teoritis dengan *Radio Planner* 3.0. Sehingga nilai yang didapatkan juga berbeda

4.5 Analisis Perbandingan Simulasi dan Peraturan Menteri Kominfo

Dari hasil simulasi menggunakan aplikasi *Radio Planner* 3.0 dengan Peraturan Menteri Kominfo No. 6 Tahun 2019, didapatkan hasil seperti yang ditampilkan tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Simulasi dengan Peraturan Menteri Kominfo

	Test Point 1	Test Point 2	Test Point 3	Test Point 4
Simulasi	20 dB μ V/m	41,5dB μ V/m	41,4 dB μ V/m	42,4dB μ V/m
PERMENKOMINFO	88,7 \pm 3 dB μ V/m	89,2 \pm 3 dB μ V/m	81,6 \pm 3 dB μ V/m	121,0 \pm 3 dB μ V/m

Hasil simulasi *coverage area* di empat titik uji menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan nilai referensi *field strength* yang tercantum dalam Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2019. Simulasi menggunakan model propagasi Okumura-Hata dengan pemancar yang berlokasi di *Tower Turyapada* pada frekuensi 642 MHz, namun hasilnya jauh lebih rendah dari nilai referensi yang diharapkan, terutama pada titik uji pertama dengan perbedaan sebesar 68,7 dB μ V/m.

Titik uji kedua dan ketiga juga menunjukkan hasil yang lebih rendah dari nilai referensi, masing-masing dengan perbedaan sekitar 47,7 dB μ V/m dan 40,2 dB μ V/m. Ini menunjukkan bahwa model Okumura-Hata mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi lingkungan yang mempengaruhi penyebaran sinyal. Hasil pada titik uji keempat juga menunjukkan perbedaan besar, dengan simulasi menghasilkan 42,4 dB μ V/m, jauh dari nilai referensi 121,0 \pm 3 dB μ V/m, yang mengindikasikan keterbatasan model dalam menangkap variasi lokal dan kompleksitas medan.

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *field strength* yang dihasilkan tidak sesuai dengan nilai referensi dalam peraturan menteri. Hal ini menunjukkan bahwa peraturan tersebut mungkin mengasumsikan kondisi ideal atau skenario tertentu yang tidak tercermin dalam model simulasi, serta menunjukkan keterbatasan model Okumura-Hata dalam merepresentasikan kompleksitas topografi

lingkungan nyata tanpa penyesuaian parameter yang tepat.

4.6 Analisis Simulasi Coverage Area Per Kecamatan di Kabupaten Buleleng

Dengan *software Radio Planner* 3.0, disimulasikan *coverage area* dengan parameter yang telah didapatkan, dan hasil simulasi yang didapatkan keseluruhan di Kawasan kecamatan yang terdapat di Kabupaten Buleleng dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Coverage Area pada Wilayah Bali Utara

Berdasarkan hasil simulasi *coverage area* menggunakan aplikasi *Radio Planner* 3.0 dapat dilihat bahwa sebagian besar wilayah mencapai nilai *coverage area* 80 dB μ V/m, dengan nilai terkecil 50 dB μ V/m. Di beberapa kecamatan, seperti Gerokgak, Seririt, Busungbiu, Banjar, Sukasada, Buleleng, Sawan, Kubutambahan, dan Tejakula, terdapat variasi warna yang mencerminkan perbedaan dalam cakupan sinyal. Misalnya, di Kecamatan Gerokgak, daerah pedesaan mendapatkan cakupan sinyal lebih lemah dibandingkan daerah pesisir yang lebih padat.

Pada kecamatan lain, seperti Seririt dan Busungbiu, hasil simulasi menunjukkan cakupan sinyal yang lebih kuat di area *suburban* dan pesisir pantai, sementara wilayah pedesaan mendapatkan sinyal yang lebih lemah. Demikian juga, di Kecamatan Banjar, Sukasada, dan Buleleng, perbedaan cakupan sinyal terlihat jelas antara daerah rural, *suburban*, dan urban, dengan sinyal yang lebih lemah di daerah yang lebih padat dan lebih kuat di daerah pedesaan.

Secara keseluruhan, kepadatan permukiman dan kondisi topografi sangat

mempengaruhi distribusi sinyal di Kabupaten Buleleng. Wilayah urban dan *suburban* cenderung memiliki penurunan kualitas sinyal karena adanya bangunan yang memantulkan dan menyerap sinyal, sementara daerah pedesaan, kecuali yang berada di antara pegunungan atau lembah, cenderung memiliki cakupan sinyal yang lebih baik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis model propagasi Okumura-Hata untuk *link terrestrial* antena pemancar TV Tower Turyapada dapat disimpulkan bahwa model propagasi Okumura-Hata tidak cocok diterapkan dan tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi lingkungan topografis yang kompleks di wilayah Kabupaten Buleleng. Model propagasi Okumura-Hata dirancang hanya memiliki jarak efektivitas sejauh 20 km sehingga kurang optimal untuk dilakukan perhitungan nilai RSL dari lokasi Tower Turyapada ke semua *test point* karena rata-rata nilai yang didapatkan pada perhitungan teoritis $-52,975 \text{ dBm}$ dan rata-rata nilai yang didapat pada titik parameter menggunakan simulasi sebesar $-70,675 \text{ dBm}$. Parameter lingkungan yang digunakan dalam perhitungan teoritis umumnya menggunakan parameter yang standar dan tidak sepenuhnya sesuai dengan kondisi nyata. Dalam penelitian ini juga ditemukan perbedaan nilai antara simulasi *coverage area* pada aplikasi *Radio Planner* 3.0 dengan nilai referensi *field strength* pada Peraturan Menteri Kominfo No.6 Tahun 2019. Penelitian ini mendapatkan rata-rata nilai simulasi pada masing-masing *test point* $36,325 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ sedangkan rata-rata nilai referensi *field strength* pada peraturan sebesar $95,125 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$, nilai simulasi lebih rendah. Hal ini dibuktikan dengan terdapatnya beberapa kecamatan di Kabupaten Buleleng mendapatkan nilai *coverage area* yang kurang baik.

6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis model propagasi Okumura-Hata

untuk antena pemancar *link terrestrial* antena pemancar TV Tower Turyapada. Saran yang bisa diberikan adalah untuk dapat menggunakan model propagasi lain yang sesuai dengan kondisi lingkungan atau topografi dari daerah tersebut dan perlu untuk melakukan pengukuran lapangan secara rinci untuk dapat divalidasi hasil simulasi dan memastikan kualitas sinyal yang optimal.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Puspasari, A. 2015. Evaluasi SFN Gain Pada Sistem Pemancar TV Digital di Gerbangkertasusila (Skripsi). Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [2] Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2011. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Pasal 5 Tahun 2012. Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, Jakarta.
- [3] Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2019. Peraturan Menteri Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2019. Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, Jakarta.
- [4] Budiarto, H., Tjahjono, B.H., Rufiyanto, A., Kusuma, A.A.N.A., Hendranto, G., Dharmanto, S. 2007. Sistem TV Digital dan Prospeknya di Indonesia. PT. Multikom, Jakarta.
- [5] Putra, T., Sudiarta, P., & Diafari, I. (2016). Analisis Pengaruh Model Propagasi dan Perubahan Tilt Antena Terhadap Coverage Area Sistem Long Term Evolution Menggunakan Software Atoll. Jurnal SPEKTRUM, 2(4), 46-52.
- [6] Rappaport, T., 1996. *Wireless Communications: Principles & Practices*, 1st ed. Prentice Hall. New Jersey
- [7] Sudrajat, H., Yulianti, B., 2015. Studi Kasus Perhitungan Kualitas Field Strength Pada Perencanaan Penyiaran Tv Digital DVB-T2 Di Wilayah Padang Dan Pariaman. Jurnal Teknik Industri, 42-50.

- [8] CTT, 2024. *Wireless Planning Software*. Diakses pada 1 Januari 2024 pada: www.wireless-planning.com/.
- [9] G.N Consulting, 2017. Fungsi Dan Keunggulan Google Earth. Diakses pada 1 Januari 2024 pada: www.geosriwijaya.com/2017/02/fungsi-dan-keunggulan-google-earth/