

## Pembangunan Repeater Radio Di Daerah Terpencil Untuk Koordinasi Sistem Tenaga Listrik

Suhardhika Sih Sudewanto<sup>1</sup>; Erwin S. Kalatiku<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PLN UPDL Pandaan

<sup>2</sup> PLN UP2B Sistem Makassar

<sup>1</sup> suhardhika@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Expansion of the electrical network and substation makes a demand for better electricity system coordination. A radio communication system is one of many ways that fulfill such demand. The range of radio communication systems is limited by geographical location. Establishing a series of radio links to cover a wide area can not be considered as a solution to have good quality and reliable radio communication system anymore. Therefore, It needs one optimal location for radio repeater to cover all sites that have a crucial role in electricity system coordination. The optimal location for the mountainous geographical region is usually located in a remote area, far from civilization. It will need more effort on engineering to establish a radio repeater site. The selection method of location and development phase will be done by software simulation and actual survey to conduct testing, to determine the equipment needed to build radio repeater, and for administrative purposes. With the average fade margin of 25 dB, the location of the radio repeater is considered optimal enough to maximize electricity system coordination.*

**Keywords:** radio repeater, remote area, electricity system coordination

### **ABSTRAK**

*Perluasan jaringan dan penambahan gardu induk membutuhkan koordinasi sistem tenaga listrik yang lebih baik. Salah satu cara untuk melaksanakannya adalah dengan menggunakan sistem komunikasi radio. Jangkauan sistem komunikasi radio dibatasi oleh letak geografis. Pembangunan link komunikasi radio yang banyak untuk menjangkau daerah yang luas tidak lagi bisa dijadikan solusi untuk memperoleh kualitas komunikasi radio yang baik dan handal. Untuk itu diperlukan satu lokasi yang optimal untuk repeater radio yang dapat menjangkau semua titik yang berperan penting dalam koordinasi sistem tenaga listrik. Lokasi optimal di daerah pegunungan biasanya berada di daerah yang terpencil, jauh dari penduduk. Hal ini memerlukan usaha yang lebih besar dalam hal teknis untuk membangun repeater radio. Metode pemilihan lokasi dan tahapan pembangunan ditentukan dengan bantuan simulasi software dan survei langsung ke lokasi untuk pengujian, penentuan alat yang dibutuhkan dan keperluan administratif. Dengan hasil rata-rata fade margin sebesar 25 dB, lokasi repeater radio dinilai sudah cukup optimal, sehingga koordinasi sistem tenaga listrik dapat dilakukan dengan lebih maksimal.*

**Kata kunci:** repeater radio, daerah terpencil, koordinasi sistem tenaga listrik

## 1. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi radio adalah salah satu teknologi yang digunakan untuk melaksanakan koordinasi sistem tenaga listrik di PLN Unit Penyaluran dan Pengatur Beban (UP2B) Sistem Makassar. Sistem ini dinilai sebagai sarana komunikasi yang paling efektif, karena sifatnya yang mudah untuk diaplikasikan dan tidak tergantung pada faktor eksternal, seperti kondisi jaringan internet, jaringan seluler atau faktor media telekomunikasi yang lain.

Untuk menjangkau daerah kerja UP2B Sistem Makassar yang meliputi Sulawesi Selatan dan sebagian Sulawesi Barat, diperlukan pembangunan link komunikasi radio. Link ini biasanya dibangun di salah satu kantor PLN dengan maksud untuk memudahkan operasi dan pemeliharaan. Semakin luas cakupan sistem tenaga listrik yang akan diatur, semakin banyak link komunikasi yang dibutuhkan. Semakin banyak link radio, penggunaan nilai frekuensi yang berdekatan semakin banyak. Hal ini akan menyebabkan kualitas komunikasi menurun akibat adanya kemungkinan interferensi [1].

## 2. METODE PEMBANGUNAN

### 2.1. Pemilihan Lokasi

Untuk memilih lokasi repeater radio, perlu dilakukan persiapan data awal yaitu penentuan titik koordinat substation utama yang melakukan koordinasi tenaga listrik menggunakan *Global Positioning System (GPS)*, penentuan jenis topologi jaringan, penentuan parameter frekuensi kerja, lingkungan geografis, persentase faktor propagasi yang diinginkan dan yang terakhir adalah penentuan parameter sistem yang meliputi daya pancar, *gain antenna*, tinggi antenna, *receiver sensitivity* dan *cable loss*.

Pemilihan lokasi untuk repeater radio dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan simulasi software dan survei langsung. Penentuan titik dengan simulasi menggunakan bantuan software *Radio Mobile* [2]. Software ini tersedia gratis di internet untuk pemakaian online dan offline. Software ini menampilkan hasil perhitungan *link budget* [3] dari repeater ke masing-masing substation atau titik koordinasi sistem tenaga listrik. Setelah simulasi dilakukan dan hasilnya baik, selanjutnya dilakukan survei ke lokasi untuk mengkonfirmasi hasil simulasi.

Survei pertama yang dilakukan adalah survei kondisi geografis. Survei ini dilakukan dengan melihat secara langsung kondisi calon lokasi repeater. Survei ini akan menentukan kebutuhan material dan perkiraan biaya pembangunan. Survei kedua adalah survei kuat sinyal radio. Survei ini dilakukan dengan cara membawa perangkat radio khusus ke calon lokasi repeater dan mengukur kuat sinyal radio yang diterima dari substation apakah sesuai dengan simulasi software.

### 2.2. Persiapan Material dan Peralatan

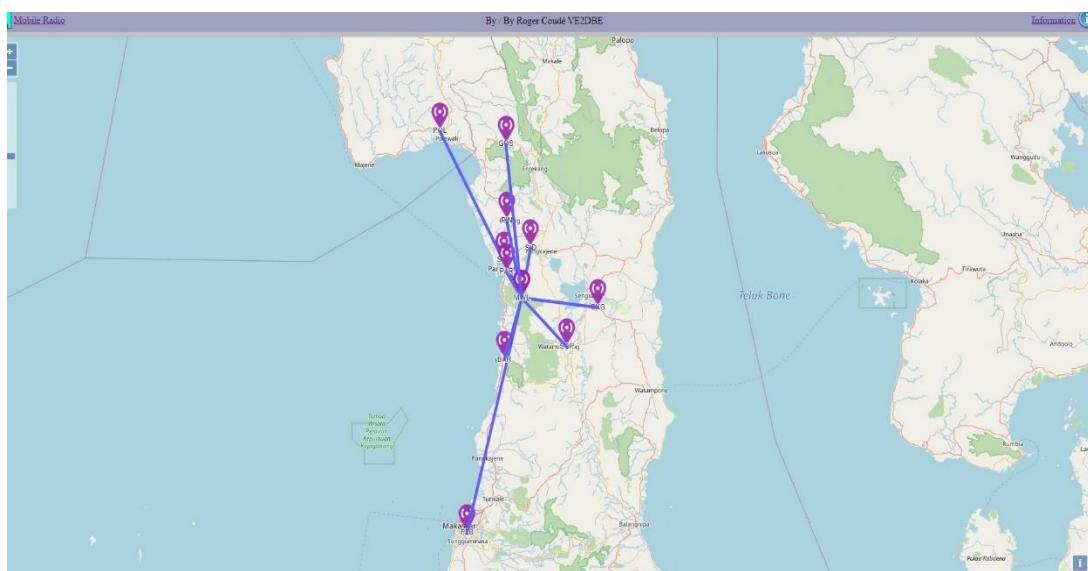
Material yang dipersiapkan adalah tower komunikasi tipe 4 kaki *self-supporting* setinggi 40 meter, lengkap dengan penangkal petir, shelter dan pagar. Dengan tower setinggi 40 meter, diharapkan repeater radio mampu menjangkau ke semua titik yang diinginkan. Sedangkan untuk peralatan, yang dipersiapkan adalah radio repeater, antenna, *duplexer*, *arrester* dan sistem catu daya. Karena kendala geografis, titik optimal repeater radio kemungkinan berada di daerah yang jauh dari pasokan listrik PLN. Oleh karena itu, repeater radio membutuhkan pasokan daya mandiri. Salah satu pilihan pasokan daya mandiri untuk daerah terpencil adalah dengan memanfaatkan sistem *photo voltaic (PV) off grid* [4][5]. Sistem catu daya yang akan digunakan terdiri dari panel PV, *Solar Charge Controller (SCC)* dan battery 12 volt [6][7]. Sistem ini tidak memerlukan inverter, karena pasokan daya yang diperlukan adalah pasokan daya arus searah (DC) langsung ke radio repeater.

## 2.3. Pengurusan Ijin

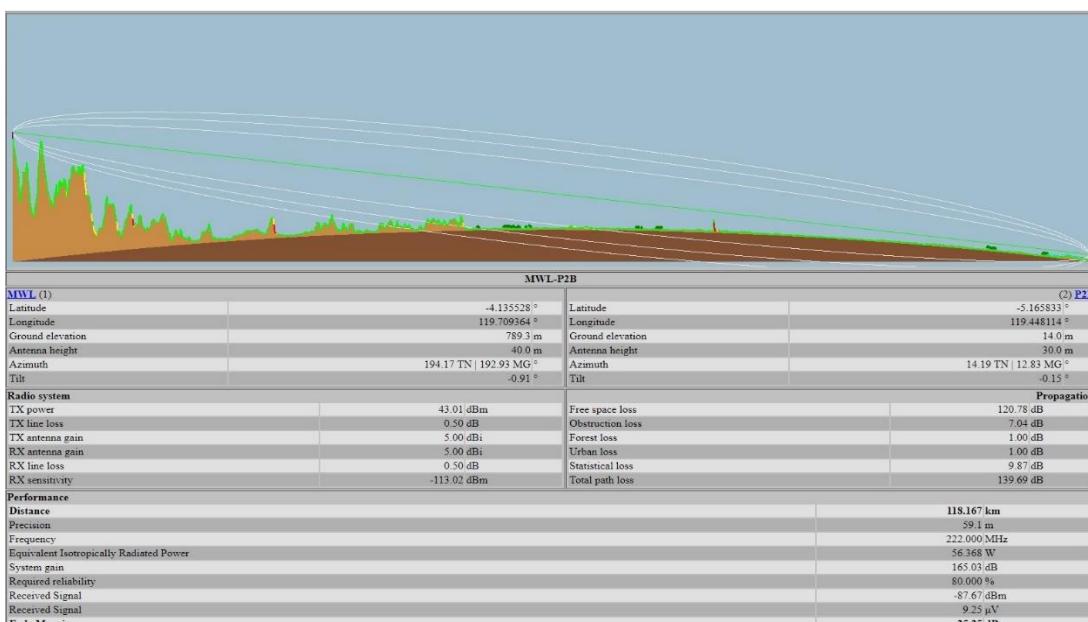
Pengurusan ijin meliputi pengurusan ijin lokasi dan ijin frekuensi. Ijin lokasi dikomunikasikan dengan pemerintah daerah setempat, sedangkan ijin frekuensi dikoordinasikan dengan Kementerian Komunikasi dan Informasi terkait penggunaan frekuensi radio publik [8]. Penggunaan frekuensi radio oleh PLN dikategorikan sebagai telekomunikasi khusus [9].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

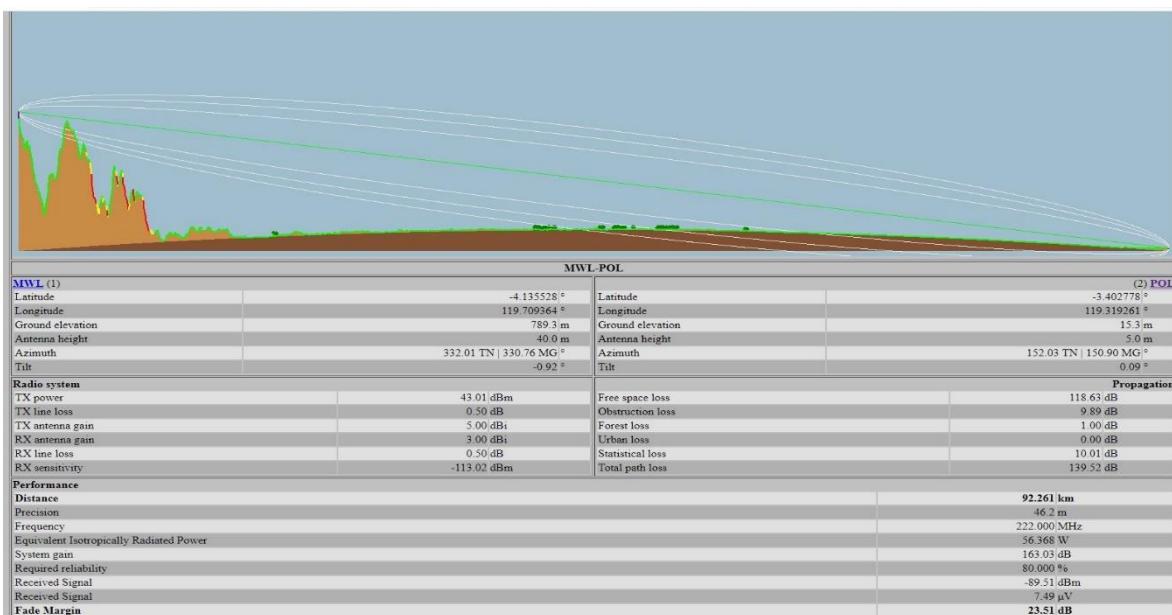
Dengan menggunakan software simulasi *Radio Mobile*, didapatkan titik lokasi optimal untuk repeater radio adalah di salah satu puncak di Gunung Mattirowalie, yaitu puncak Palanro. Contoh grafik hasil simulasi software ditunjukkan oleh Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Simulasi Pancaran Repeater Palanro ke Semua Substation Utama [2]



Gambar 2. Link Budget Repeater Palanro ke Pusat Kontrol UP2B Sistem Makassar [2]



Gambar 3. Link Budget Repeater Palanro ke Substation Polewali [2]

Setelah simulasi, dilakukan survei ke calon lokasi repeater untuk melakukan uji penerimaan sinyal radio, sesuai dengan parameter yang ada. Perbandingan hasil simulasional survei ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Data Simulasi dan Survei di Calon Lokasi Repeater Palanro (789 mdpl)

Substation	Objek Vital	Level Sinyal Terima (dBm)		Elevation (mdpl)	Line of Sight [10] (km)	Error (%)
		Simulasi	Survei			
UP2B	Pusat Kontrol	-87	-80	14	118	8,7
Pare-pare	Node Transmisi	-93	-84	46	14	10,7
Gandasuli	PLTA	-118	-98	734	75	20,4
Suppa	PLTD	-89	-84	10	20	5,9
Sengkang	PLTGU	-105	-104	20	40	0,9
Sidrap	PLTB	-111	-104	29	24	6,7
Soppeng	Node Transmisi	-99	-108	42	33	8,3
Barru	PLTU	-73	-76	8	31	5,2
Polewali	Node Transmisi	-89	-103	15	92	13,5
Pinrang	Node Transmisi	-85	-76	11	38	11,8

Pemilihan lokasi repeater dinilai cukup tepat, karena dengan data sensitivitas radio RX repeater sebesar -117 dBm [11], diperoleh rata-rata Fade Margin [12] sebesar 25 dB,. Perbandingan antara hasil simulasional survei menunjukkan beberapa kasus, dimana persentase kesalahan ada yang mencapai 2 digit. Kesalahan ini kemungkinan disebabkan oleh adanya beberapa parameter yang tidak bisa diolah oleh software, yaitu kondisi atmosfer, vegetasi dan iklim. Untuk meningkatkan kualitas sinyal, bisa dilakukan dengan optimasi sistem radio di masing-masing substation.

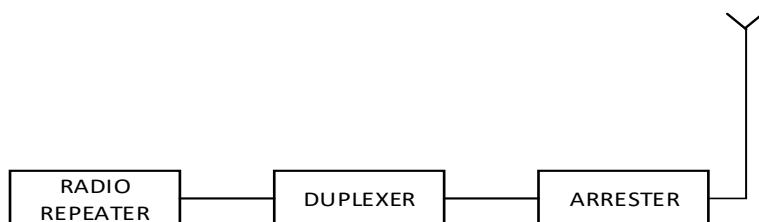
Pelaksanaan pembangunan repeater memerlukan mobilisasi sumber daya manusia dan material yang sangat besar, karena letaknya di puncak gunung dan jauh dari pemukiman. Mobilisasi dilakukan dengan memanfaatkan penduduk yang tinggal di sekitar puncak Palanro. Repeater Palanro

menggunakan tower komunikasi dengan tinggi 40 meter. Di dekat tower, dibangun shelter untuk peralatan repeater radio dan catu daya.. Kondisi di lokasi repeater dapat dilihat sesuai Gambar 4.



Gambar 4. Kondisi di Lokasi Repeater Palanro

Perangkat repeater menggunakan Motorola GR-500 yang berisi radio Motorola GM300 dan GM3188 yang berfungsi sebagai RX dan TX. Radio RX dan TX dihubungkan ke duplexer sebelum menuju antena omnidirectional Cellwave PD220. Daya keluaran duplexer adalah 30 watt. Jalur kabel coaxial RG-8 dari antena ke radio dilengkapi dengan surge arrester, untuk mencegah kerusakan radio bila terkena sambaran petir. Saat berkomunikasi, radio ini menyerap arus sebesar 8 ampere, dan saat *idle* menyerap arus 1 ampere. Rangkaian radio repeater dijelaskan pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.



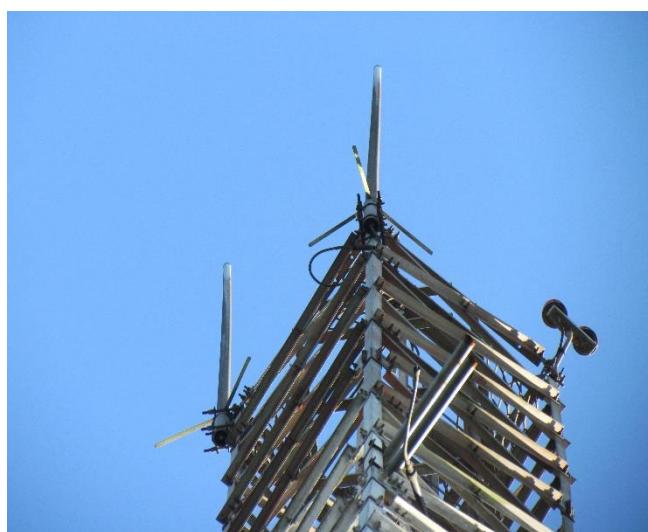
Gambar 5. Skema Radio Repeater Palanro



**Gambar 6.** Radio GR-500 dan Duplexer

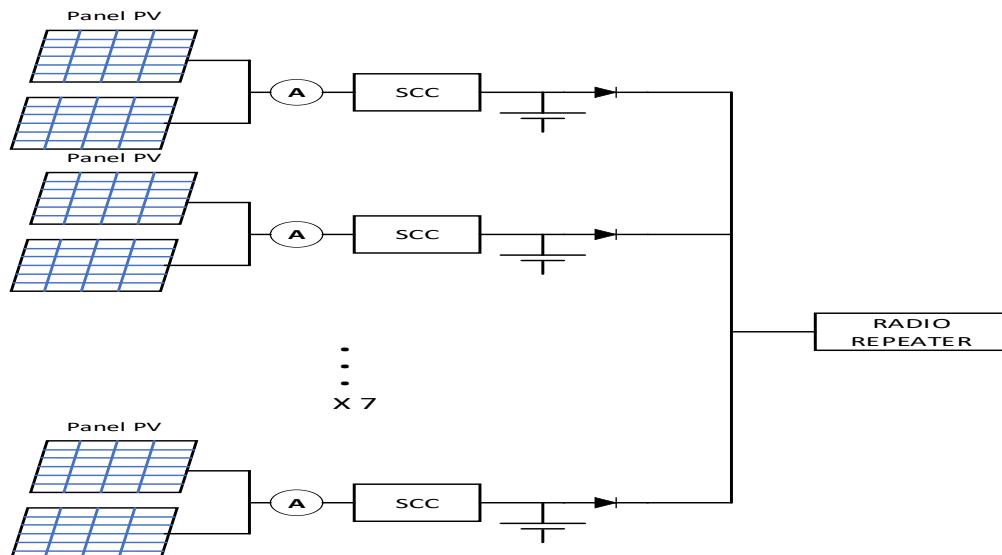


**Gambar 7.** Arrester



**Gambar 8.** Antenna Cellwave Utama dan Cadangan

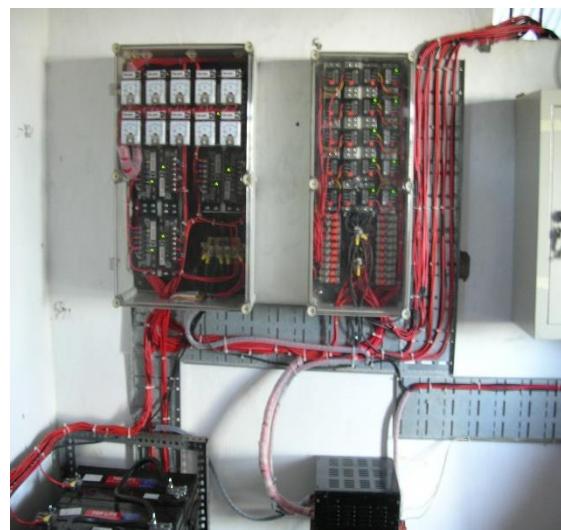
Sistem catu daya yang dipakai di site terdiri dari panel PV dan SCC serta dilengkapi dengan battery untuk menyimpan arus. Panel PV tipe polikristalin terpasang sebanyak 20 panel. Masing-masing panel mempunyai rating 40 Watt Peak (WP), 3 ampere (A) dan 17 volt (V). Battery terpasang 10 buah, dengan rating masing-masing 12 V, 100 Ampere Hour (Ah). SCC tipe *Pulse Width Modulation* (PWM) [13] terpasang sebanyak 10 buah, masing-masing mempunyai rating 10 ampere. Setiap SCC terhubung ke 1 battery dan 2 panel PV (mode paralel). Output dari 10 battery terhubung secara paralel untuk meningkatkan kapasitas arus penyimpanan [14]. Di output dari masing-masing battery ditambahkan dioda 20 A, untuk mencegah arus balik battery. Konfigurasi catu daya sesuai pada Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 9. Skema Power Supply Radio Repeater Palanro



Gambar 10. Pemasangan Panel PV



Gambar 11. Box SCC, Amperemeter dan Dioda



Gambar 12. Battery Bank Utama dan Cadangan

Sistem catu daya ini menghasilkan daya maksimal sebesar  $20 \text{ panel} \times 40 \text{ Watt} = 800 \text{ Watt}$ . Dengan asumsi waktu titik puncak matahari di lokasi atau *Peak Sun Hours (PSH)* [7] adalah 4 jam, maka kapasitas produksi dapat dihitung sesuai Tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan Kapasitas Produksi Panel PV (Sistem 12 volt)

Kondisi	Daya Panel (W)	Lama PSH (hour)	Energi Produksi (Wh)	Kapasitas Produksi (Ah)
Produksi maksimum	800	4	3200	266,67
Asumsi Losses 20%	800	4	(640)	(53,33)
Total Kapasitas Produksi per Hari (Efisiensi 80%)				213,34

Sesuai data dari UP2B Sistem Makassar, pemakaian radio untuk koordinasi sistem tenaga listrik adalah 6 jam per hari. Dengan demikian, kapasitas pemakaian radio dapat dihitung sesuai Tabel 3.

**Tabel 3.** Perhitungan Kapasitas Pemakaian Radio (Sistem 12 Volt)

Kondisi Radio	Konsumsi Arus (A)	Lama Waktu (Hour)	Kapasitas Pemakaian (Ah)
Radio saat aktif	8	6	48
Radio saat idle	1	18	18
Total Kapasitas Pemakaian per Hari			64

Dari Tabel 2 dan Tabel 3, diperoleh selisih kapasitas sebesar  $213,34 \text{ Ah} - 64 \text{ Ah} = 149,34 \text{ Ah}$ . Dengan jumlah battery 10 buah tersusun paralel dengan kapasitas masing-masing 100 Ah dan asumsi *Depth of Discharge* [15] battery sebesar 70%, maka jumlah hari tanpa matahari (*Autonomy Day*) [7] bisa dihitung dengan  $((70\% \times 1000) + 149,34 \text{ Ah}) / 64 \text{ Ah} = 13,2 \text{ hari}$ .

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Repeater radio Palanro yang dibangun berdasarkan hasil simulasi software dan survei, mampu memperoleh nilai fade margin rata-rata sebesar 25 dB. Dengan hasil ini, repeater radio Palanro berhasil meningkatkan kualitas komunikasi radio dalam rangka pengaturan sistem tenaga listrik di PLN UP2B Sistem Makassar. Keberadaan repeater ini juga menghemat biaya serta waktu untuk operasi, pemeliharaan dan troubleshooting. Untuk meningkatkan kehandalan, panel PV dapat ditingkatkan kapasitasnya dan SCC disarankan diganti ke tipe *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) [16][17], sehingga pengisian battery dapat lebih maksimal. Untuk meningkatkan pengawasan, dapat ditambahkan *online monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) [18].

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Yuscahyo Prayudono, Bapak Belly Yorntrakit dan Bapak Anwaruddin dari PLN UIKL Sulawesi, yang telah membantu pelaksanaan penulisan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Maharmi, "Simulasi Gangguan Sistem Jaringan Komunikasi Radio VHF (Very High Frequency)," *J. SAINSTEK*, vol. 1, no. 2, pp. 37–44, 2013, doi: <http://dx.doi.org/10.35583/js.v1i2>.
- [2] R. Coude, "Radio Mobile." <http://www.ve2dbe.com> (accessed Dec. 05, 2020).
- [3] A. Bensky, *Short-range Wireless Communication*. Elsevier Science, 2019.
- [4] S. Qazi, *Standalone Photo Voltaic (PV) Systems for Disaster Relief and Remote Areas*. Elsevier Science, 2016.
- [5] C. Mahardhika, M. Ramdhani, and D. A. Nurmantris, "Perancangan dan Implementasi Stasiun Radio Pancar Ulang Portabel frekuensi VHF untuk Bencana Alam," *Univ. Telkom*, vol. 1, no. 2, pp. 1518–1526, 2015.
- [6] G. Eccleston, *Solar & 12 Volt Power For Beginners*. George Eccleston, 2018.
- [7] L. Pop and A. Dimi, *Solar Power Demystified*, Third Edit. Digital Publishing Ltd, 2019.
- [8] Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2018 tentang Ketentuan Operasional Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia, 2018.
- [9] Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi Khusus untuk Keperluan Instansi Pemerintah dan Badan Hukum. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, 2016.
- [10] P. Goktas, S. Topcu, E. Karasan, and A. Altintas, "Multipath fading effect on terrestrial microwave LOS radio links," in *IEEE Antennas and Propagation Society, AP-S International Symposium (Digest)*, 2015, vol. 2015-October, doi: 10.1109/APS.2015.7304846.
- [11] R. W Meister, "Motorola GM300 Information Page." <http://www.repeater-builder.com/motorola/maxtrac/gm300-info.html> (accessed Dec. 06, 2020).
- [12] Campbell Scientific, "The Link Budget and Fade Margin," p. 18, 2016.
- [13] A. C. Vaz, C. Gurudas Nayak, and D. Nayak, "Pulse Width Modulation based Solar Charge Controller," in *Proceedings of the 3rd International Conference on Electronics and Communication and Aerospace Technology, ICECA 2019*, Jun. 2019, pp. 1067–1071, doi: 10.1109/ICECA.2019.8822050.
- [14] Sungkono, A. Murtono, I. Nugrahanto, J. T. Elektro, and P. N. Malang, "Analisa Beban Terhubung Solar Menengah Warung Internet," pp. 135–150, 2019.
- [15] M. I. Hlal, V. K. Ramachandaramurthy, A. Sarhan, A. Pouryekta, and U. Subramaniam, "Optimum battery depth of discharge for off-grid solar PV/battery system," *J. Energy Storage*, vol. 26, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.est.2019.100999.
- [16] N. Karami, N. Moubayed, and R. Outbib, "General review and classification of different MPPT Techniques," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 68. Elsevier Ltd, pp. 1–18, Feb. 01, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.09.132.
- [17] T. Abuzairi, W. W. A. Ramadhan, and K. Devara, "Solar Charge Controller with Maximum Power Point Tracking for Low-Power Solar Applications," *Int. J. Photoenergy*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/5026464.
- [18] S. Villamil, C. Hernández, and G. Tarazona, "An overview of internet of things," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, vol. 18, no. 5, pp. 2320–2327, Oct. 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i5.15911.