

4. Evaluasi

Bagian ini berisi dua sub-bagian, yaitu Hasil Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian. Pengujian dan analisis yang dilakukan selaras dengan tujuan TA sebagaimana dinyatakan dalam Pendahuluan.

4.1 Hasil Pengujian

Pada pengujian ini menggunakan 4 *Node* yang dipasang dengan jarak yang berbeda dari gateway dapat dilihat pada table 5, karena pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jangkauan dan kualitas LoRa berkomunikasi. Pemasangan *Node* ini pada yang luas dengan hambatan pohon dan jalan raya. Setiap *Node* dipasang kurang lebih 1,5m diatas tanah, sehingga frekuensi radio LoRa dapat dijangkau oleh *Node* lain.

Konfigurasi LoRa pada penelitian ini, yaitu menggunakan SF 7 sampai 12 pada setiap CR. Antena yang digunakan berupa 3-dBi dan Frekuensi 915 MHz, serta menggunakan *Bandwidth* pada 125 kHz.

CR	JARAK	SF	SNR	RSSI	PDR	PER
CR 4/5						
	100	7	54.9	-100	63%	1%
		8	55.1	-110	57%	0%
		9	10.3	-125.4	40%	13%
		10	34.6	-113	47%	16%
		11	8.6	-119	46%	0%
		12	4.3	-125	62%	100%
	250	7	33.6	-122	74%	2%
		8	10.1	-119	34%	12%
		9	11.4	-113	59%	18%
		10	16.5	-115	99%	3%
		11	44.9	-120	77%	0%
		12	18.5	-125	87%	100%
	550	7	54.8	-104	63%	0%
		8	56.2	-114	62%	0%
		9	11.7	-126	37%	9%
		10	52.9	-115	29%	0%
		11	57.4	-116	48%	0%
		12	13.9	-123	5%	100%
	820	7	24.7	-113	47%	3%
		8	8	-119	39%	5%
		9	8.9	-120	43%	5%
		10	7.6	-124	27%	8%
		11	10.6	-127	49%	0%
		12	12.7	-130	67%	100%
	980	7	60	-116	62%	1%
		8	6	-119	54%	0%
		9	7.6	-121	48%	0%
		10	10.6	-123	35%	0%
		11	12.7	-125	47%	0%
		12	18.6	-131	57%	100%
			24.59	-119.08	52%	20%
CR 4/6	100	7	47.2	-119	53%	0%
		8	53.1	-114	61%	0%
		9	50.4	-110	53%	0%

			10	44.8	-112	91%	0%
			11	41.7	-127	62%	0%
			12	56.7	-117	47%	100%
		250	7	48.1	-123	57%	0%
			8	48.8	-126	57%	1%
			9	47	-122	49%	0%
			10	45.1	-120	87%	4%
			11	15.6	-119	67%	5%
			12	8.3	-131	39%	100%
		550	7	14.2	-129	53%	3%
			8	15.3	-128	61%	1%
			9	11.8	-129	49%	7%
			10	12.4	-128	83%	2%
			11	15.4	-131	53%	0%
			12	8.3	-131	39%	100%
		820	7	8.6	-131	86%	6%
			8	10	-128	35%	15%
			9	12	-129	43%	3%
			10	15.6	-131	67%	7%
			11	18.3	-133	29%	16%
			12	17.2	-133	41%	100%
		980	7	8.4	-131	41%	8%
			8	10.6	-130	31%	13%
			9	13.2	-123	41%	11%
			10	16.2	-122	66%	2%
			11	17.8	-132	29%	16%
			12	22.1	-131	67%	100%
				25.14	-125.667	55%	21%
	CR 4/7	100	7	50.9	-111	57%	0%
			8	48.3	-110	65%	0%
			9	54.7	-105.4	80%	0%
			10	49	-108	53%	0%
			11	52.1	-110	63%	16%
			12	57.9	-110	44%	100%
		250	7	52.9	-124	65%	1%
			8	53.1	-121	58%	0%
			9	55.8	-121	74%	0%
			10	9.6	-130	63%	11%
			11	53.2	-130	60%	23%
			12	54.1	-122	45%	100%
		550	7	7.6	-131	31%	15%
			8	29.2	-128	59%	2%
			9	8.9	-130	85%	2%
			10	8.8	-131	61%	0%
			11	10.8	-131	73%	7%

			12	14.7	-133	59%	100%
		820	7	6.6	-131	29%	2%
			8	9.6	-131	55%	2%
			9	10.4	-131	76%	3%
			10	15.6	-131	16%	13%
			11	17.3	-132	80%	17%
			12	12	-132	65%	100%
		980	7	14	-130	90%	2%
			8	4.4	-130	58%	0%
			9	7.3	-130	79%	0%
			10	16	-130	62%	9%
			11	18.2	-131	53%	15%
			12	18.5	-133	55%	100%
				27.38333	-125.28	60%	21%
CR 4/8		100	7	37.4	-106	61%	0%
			8	51.8	-107	53%	0%
			9	46	-110	60%	0%
			10	35.6	-114	64%	1%
			11	34.8	-117	63%	5%
			12	33.8	-119	70%	100%
		250	7	24.4	-123	56%	2%
			8	57.4	-120	51%	0%
			9	52.8	-128	53%	1%
			10	49.4	-127	78%	0%
			11	48.3	-131	65%	1%
			12	50.1	-133	73%	100%
		550	7	37.8	-128	64%	0%
			8	25.7	-128	79%	1%
			9	12.1	-130	65%	2%
			10	9.1	-130	52%	0%
			11	12.6	-132	72%	6%
			12	13.2	-131	66%	100%
		820	7	9.3	-130	30%	24%
			8	10	-130	40%	2%
			9	8.9	-131	61%	2%
			10	9	-131	65%	6%
			11	18.1	-132	65%	6%
			12	18.4	-132	67%	100%
		980	7	8.9	-130	37%	13%
			8	10.4	-131	33%	10%
			9	6.7	-131	65%	1%
			10	10.5	-131	59%	0%
			11	16	-132	53%	34%
			12	19.2	-133	50%	100%
				25.92333	-126.267	59%	21%

Tabel 3 Hasil Pengambilan data

Pada table 3 menunjukan hasil yang telah dilakukan, hasil dari PDR dan PER didapat dari kalkulasi paket yang diterima, serta SNR dan RSSI diperoleh dari gateway.

4.2 Analisis Hasil Pengujian berdasarkan *Coding Rate*

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada jangkauan dan kualitas LoRa ada beberapa parameter yang berpengaruh seperti, seperti RSSI, SNR, jarak, dan Obstacle.

CR	SNR	RSSI	PDR	PER
5	24.6	-119.1	54%	22%
6	25.1	-125.7	55%	22%
7	27.4	-125.3	62%	20%
8	25.9	-126.3	60%	19%

Tabel 4 Hasil Pengujian berdasarkan *Coding Rate*

Table 4 menunjukan rata-rata nilai SNR, RSSI, PDR dan PER pada setiap CR, dari hasil tersebut nilai PDR yang paling tinggi dihasilkan dari dihasilkan oleh CR7 yaitu sebesar 62% sedangkan yang paling rendah adalah CR5 sebesar 54%. PDR sendiri mengalami kenaikan pada CR 5,6, dan 7 namun pada CR8 mengalami penurunan sebesar 2% dari CR7 sehingga nilai yang didapat menjadi 60%. Jika dilihat dari table 5 yang merupakan hasil dari pengujian, PDR yang paling tinggi sebesar 99% yang terjadi di CR5, SF10 dan jarak 250m. Pada CR, SF dan jarak tersebut memiliki angka PER sebesar 3%. Namun dilihat dari rata-rata yang ada pada table 6 semakin tinggi nilai CR semakin rendah nilai RSSI sehingga PDR dan PER mengalami penurunan. PER terendah pada CR8 dengan nilai RSSI sebesar -126,3 dan SNR 25.9. CR merupakan parameter yang disediakan oleh *semtech* di LoRA untuk melindungi dari gangguan atau *interference* sehingga dapat menurunkan nilai PER dan ini dibuktikan oleh hasil rata-rata pada table 7.

4.3 Analisis Hasil Pengujian berdasarkan *Spreading Factor*

SF	SNR	RSSI	PDR	PER
7	30.22	-121.6	56.30%	4.57%
8	28.66	-122.15	52.73%	3.84%
9	22.40	-123.29	58.37%	6.34%
10	23.45	-123.30	63.10%	3.78%
11	26.22	-126.35	58.13%	5.61%
12	23.63	-127.75	57.67%	100.00%

Tabel 5 Hasil Pengujian berdasarkan *Spreading Factor*

Pada table 5 menunjukan rata-rata hasil dari setiap SF, table 5 menunjukan bahwa SF12 memiliki nilai RSSI yang paling tinggi dan mengalami PER 100% artinya setiap data yang diterima semuanya rusak. SF8 menunjukan memiliki nilai terendah untuk PDR sebesar 52,73% dan nilai PER yang cukup rendah yaitu 3,84% sedangkan dikasus lain nilai PDR tertinggi berasal dari SF10 yang memiliki nilai PER terendah. Table 5 menunjukan perubahan SF menurunkan nilai rssi, dan akan meningkatkan sensifitasnya dan akan menaikkan nilai PDR dan PER [4], namun hasil yang didapat pada table 5, menunjukan hal lain ini bisa dikarenakan adanya factor lain yang dapat mempengaruhi misalnya cuaca. Penelitian ini dilakukan secara outdoor sehingga penulis tidak dapat memprediksi kapan datangnya hujan sebagai gangguan. Selain itu, banyaknya data yang masuk pada gateway bisa memungkinkan data tersebut didrop dikarenakan saluran menjadi sibuk.

4.4 Analisis Hasil Pengujian berdasarkan Jarak

JARAK	SNR	RSSI	PDR	PER
100	42.25	-113.28	59.89%	18.52%
250	37.88	-123.54	64.03%	19.21%
550	21.45	-126.54	58.17%	19.90%
820	12.48	-128.83	52.69%	23.01%
980	14.75	-128.17	53.81%	22.80%

Tabel 6 Hasil Pengujian berdasarkan Jarak

Semakin jauh jarak semakin turun nilai rata-rata rssi, juga nilai SNR cenderung turun bisa dilihat dari table 6, penurunan nilai SNR dan RSSI ini juga dibarengi dengan semakin naiknya PER dan kecenderungan penurunan PDR. Ini membuktikan bahwa jarak mempengaruhi terhadap kualitas komunikasi jaringan. Pada jarak dekatpun, komunikasi dapat mengalami packet loss, jika daerah tersebut *none line of sight*. Gangguan seperti bangunan, pohon atau yang lainnya mempengaruhi terhadap jalur komunikasi, hal ini menyebabkan meningkatnya packet loss. Namun jika daerah tersebut tidak memiliki halangan memungkinkan jika memiliki komunikasi jaringan yang baik, walaupun bisa jadi pengiriman waktu packet menjadi lebih lama di jarak yang jauh.

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini, untuk menganalisis performansi komunikasi LoRa menggunakan topologi *star* pada area perkotaan. Pengujian ini menghasilkan nilai tertinggi pada Packet Delivery Rate sebesar 91% pada *Coding Rate* 4/6, *Spreading Factor* 10, dan jarak 100m. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapat menaikkan *Coding Rate* juga akan menaikkan nilai PDR dan menurunkan nilai PER. *Coding Rate* sendiri merupakan modem untuk menjaga dari gangguan error. Pengujian ini juga membuktikan semakin jauh jarak cenderung akan menaikkan nilai PER dan menurunkannya PDR. Namun pada penelitian ini memiliki kendala berupa SF12 yang terus memiliki nilai PER100%, dan perubahan PER serta PDR yang cenderung tidak stabil, namun secara keilmuan semakin tingginya nilai SF akan menurunkan nilai RSSI yang berarti akan menaikkan nilai PDR dan PER. Adanya beberapa obstacle cenderung membuat nilai menjadi berubah.

Daftar Pustaka

- [1] Noreen Umer, Bounceur A. dan Clavier. 2017. A Study of LoRa Low Power and Wide Area Network Technology. 3rd International Conference on Advanced Technologies. IEEE
- [2] Adnan, Salam A. Ejah U., Arifin Arhan. 2018. Forest Fire Detection using LoRa Wireless Mesh Topology. The 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIConCIT) 2018. IEEE
- [3] Turmudzi M., Rakhmatsyah Adrian, Wardana Aulia Arif. 2019. Analysis of *Spreading Factor* Variations on LoRa in Rural Area. IEEE
- [4] Bor. Martin, Roedig Utz. 2017. LoRa Transmission Parameter Selection. 2017 13th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems. IEEE.

