



**Perancangan Jaringan *LoRaWAN* Berdasarkan Parameter *Link Budget* : Studi Kasus *Monitoring* Kualitas Air Tambak Ikan
Bandeng, Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong,
Kabupaten Bekasi**

SKRIPSI

Skripsi Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



Disusun oleh:

MUHAMMAD FAQIH AL ANSHARY

200111301011

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila terdapat didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 15 Agustus 2025



Muhammad Faqih Al Anshary

NIM. 20011130101

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Faqih Al Anshary
NIM : 200111301011
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Jaringan LoRaWAN Berdasarkan Parameter
Link Budget : Studi Kasus Monitoring Kualitas Air Tambak
Ikan Bandeng, Kampung Bungin, Kecamatan Muara
Gembong, Kabupaten Bekasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Legenda Prameswono Pratama, S.ST.,
M.Sc.Eng.

Pembimbing 2 : Mauludi Manfaluthy, S.T., M.T

Mengetahui,
Kaprodi : Brainvendra Widi Dionova, S.ST.,
M.Sc.Eng

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Agustus 2025



HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Faqih Al Anshary
NIM : 200111301011
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Jaringan LoRaWAN Berdasarkan Parameter
Link Budget : Studi Kasus Monitoring Kualitas Air Tambak
Ikan Bandeng, Kampung Bungin, Kecamatan Muara
Gembong, Kabupaten Bekasi

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc.Eng

Penguji 2 : Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT

Penguji 3 : Brainvendra Widi Dionova, S.ST.,
M.Sc.Eng

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 5 Agustus 2025



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Legenda Prameswono Pratama, S.S.T., M.Sc.Eng. selaku dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Mauludi Manfaluthy, S.T., M.T selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan motivasi dan arahan serta telah banyak membantu penulisan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
4. Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 15 Agustus 2025



Muhammad Faqih Al Anshary

NIM. 200111301011

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Faqih Al Anshary
NPM : 200111301011
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Perancangan Jaringan LoRaWAN Berdasarkan Parameter Link Budget : Studi Kasus Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Bandeng, Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 15 Agustus 2025

Yang menyatakan



Muhammad Faqih Al Anshary

200111301011

ABSTRAK

Air merupakan sumber daya yang sangat diperlukan untuk proses keberlangsungan makhluk hidup terutama bagi hewan air seperti ikan. Salah satu jenis ikan yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah ikan bandeng. Jarak yang ditempuh oleh petani tambak ikan di tambak Muara Gembong untuk memantau kualitas air dari petak satu ke petak lainnya membutuhkan waktu. Dengan luasan tambak hingga 80 hektar (ha) itu maka diperlukanlah *monitoring* secara berkala dan *real time* untuk melihat kondisi pH, suhu dan salinitas air pada tambak. Jaringan *LoRaWAN* (*Long Range Wide Area Network*) sebagai salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang berkembang pesat bisa menjadi alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Perangkat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ESP32 sebagai mikrokontroler dan sensor TDS, sensor pH, serta sensor suhu untuk mengetahui kualitas air tambak. *LoRa* digunakan untuk transmisi data atau komunikasi jarak jauh, aplikasi Blynk dan *LCD Display* digunakan untuk menampilkan transmisi data sensor. *Link budget* pada penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda. Sebagai contoh yaitu pada jarak 50 meter menghasilkan link budget -63 dBm sementara RSSI -86 dBm sehingga uji lapangan tidak mendekati kalkulasi *link budget*. Kemudian untuk kualitas air tambak menghasilkan rata-rata suhu air yaitu 29 °C, salinitas air yaitu 856 ppm dan pH yaitu 13,5. Sedangkan *QoS* menghasilkan *throughput* dari 6 kali uji yaitu buruk, *delay* dan *jitter* dari 6 kali uji nilainya sangat bagus dan *packet loss* dari 6 kali percobaan menghasilkan nilai bagus dan sangat bagus.

Kata Kunci : *LoRaWAN*, *Quality of Service*, RSSI, SNR, *Link Budget*

ABSTRACT

Water is a vital resource for the survival of living creatures, especially aquatic animals such as fish. One type of fish consumed by Indonesians is milkfish. The distance travelled by fish farmers in the Muara Gembong fish pond to monitor water quality from one plot to another takes time. With the pond spanning up to 80 hectares (ha), regular and real-time monitoring is required to assess pH, temperature, and salinity levels in the pond. The LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) as one of the rapidly developing wireless communication technologies can be an alternative to address this issue. The devices used in this study are the ESP32 as a microcontroller and TDS sensors, pH sensors, and temperature sensors to determine pond water quality. LoRa is used for data transmission or long-range communication, while the Blynk application and LCD display are used to display sensor data transmission. The link budget in this study yielded different results. For example, at a distance of 50 metres, the link budget was -63 dBm, while the RSSI was -86 dBm, meaning that the field test did not align with the link budget calculations. Regarding pond water quality, the average water temperature was 29 °C, salinity was 856 ppm, and pH was 13.5. Regarding QoS, the throughput from six tests was poor, while the delay and jitter from six tests were very good, and the packet loss from six experiments yielded good and very good values.

Keyword : *LoRaWAN, Quality of Service, RSSI, SNR, Link Budget*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1. Latar Belakang	1
1. 2. Rumusan Masalah	2
1. 3. Tujuan Penelitian	2
1. 4. Manfaat Penelitian	3
1. 5. Batasan Masalah	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 <i>LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)</i>	5
2.1.2 <i>Quality of Service (Kualitas Layanan)</i>	7
2.1.3 <i>RSSI dan SNR</i>	12
2.1.4 Mikrokontroler ESP32	14
2.1.5 Parameter Uji Sensor	16
2.1.6 Link Budget	19
2.2 Tinjauan Penelitian Yang Berkaitan	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3. 1. Diagram Alir Penelitian	23
3. 2. Lokasi dan Obyek Penelitian	24
3.2.1. Lokasi Penelitian	24

3.2.2.	Obyek Penelitian	26
3.3	Diagram Blok Sistem	26
3.3.1	Diagram Alir <i>Transmitter</i>	26
3.3.2	Diagram Alir <i>Receiver</i>	27
3.4	3D Desain	28
3.4.1	3D Desain <i>Reveiver</i>	28
3.4.2	3D Desain <i>Transmitter</i>	30
3.5	<i>Wiring</i> (Pengkabelan).....	31
3.5.1	<i>Wiring Transmitter</i>	31
3.5.2	<i>Wiring Receiver</i>	31
3.6	Metodologi Penelitian	32
3.7	Teknik Pengambilan Data.....	32
3.7.1	Perhitungan link budget dan Pengambilan data RSSI serta SNR .	32
3.7.2	Pengambilan data Quality of Service (QoS).....	33
3.7.3	Pengambilan data kualitas air.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Perhitungan Link Budget dan Pengambilan data RSSI serta SNR	35
4.1.1	Perhitungan link budget	35
4.1.2	Pengambilan data RSSI dan SNR.....	39
4.2	Pengambilan data kualitas air	41
4.3	Pengambilan data Quality of Service (QoS).....	42
4.3.1	Pengambilan data Throughput	42
4.3.2	Pengambilan data Delay	44
4.3.3	Pengambilan data Jitter	45
4.3.4	Pengambilan data Packet Loss	46
BAB V PENUTUP		49
5.1	Kesimpulan	49

5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		55
	Source code Tx	55
	Source code Rx.....	63
	Screenshoot perhitungan QoS (Quality of Service).....	74
	Throughput	74
	Delay	76
	Jitter.....	79
	Packet Loss.....	81
	Screenshoot IP Address ESP32	84
	Dokumentasi pengambilan data.....	84
	Kuesioner	85

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang sangat diperlukan untuk proses keberlangsungan makhluk hidup terutama bagi hewan air seperti ikan. Salah satu sumber bahan pangan hewani yang memiliki kandungan asam amino esensial yang lengkap adalah ikan (Rizqi & Jufriyanto, 2020). Salah satu jenis ikan yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah ikan bandeng. Perkembangan ikan bandeng sangat berpengaruh terhadap keseimbangan kondisi air. Nilai suhu yang dapat ditoleransi oleh ikan bandeng berkisar 27-30°C dan nilai pH yang dapat ditoleransi berkisar 7-8 (Yogiyana et al., 2022). Sementara salinitas untuk ikan bandeng berada dikisaran 5-6 ppm (Supriyady et al., 2022). Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi merupakan salah satu daerah yang dikenal sebagai tempat budidaya tambak ikan bandeng di Jawa Barat. Luasan areanya mencakupi 80 hektar (ha) dengan hasil panen ikan pada tahun 2024 sebanyak 30 ton merujuk pada kuesioner yang terdapat pada halaman lampiran.

Jarak yang ditempuh oleh petani tambak ikan untuk memantau kualitas air dari petak satu ke petak lainnya membutuhkan waktu. Dengan luasan tambak hingga 80 hektar (ha) itu maka diperlukanlah *monitoring* secara berkala dan *real time* untuk melihat kondisi pH, suhu dan salinitas air tambak. Jaringan *LoRaWAN* (*Long Range Wide Area Network*) sebagai salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang berkembang pesat bisa menjadi alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Penelitian sejenis seperti pada "*Sistem Pelacak Lokasi Sapi Dengan Sistem Komunikasi LoRa*" meneliti tentang pelacakan sapi dengan menggunakan media jaringan *LoRaWAN*. Jarak jangkauan untuk *monitoring* sapi antara 1 – 2,5 km dengan RSSI -98 dbm hingga -128 dbm (Angriawan & Anugraha, 2019). Sejalan dengan itu penelitian pada "*Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang berbasis Internet of Things dengan Protokol Komunikasi Zigbee*" meneliti tentang pemantauan kualitas air pada pertanian tambak udang untuk memastikan keberlangsungan hidup biota di dalamnya. Menggunakan *Internet of Things* dan

protokol komunikasi Zigbee yang dapat mempermudah petani dalam mengetahui kondisi terkini tambaknya. *Delay* dalam penelitian ini sebesar 1,8 s, *packet loss* senilai 0%, dan nilai *throughput* sebesar 211,023 *kbps* (Ansarullah & Nurwarsito, 2022).

Maka dari itu peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Jaringan *LoRaWAN* Berdasarkan Parameter *Link Budget* : Studi Kasus *Monitoring* Kualitas Air Tambak Ikan Bandeng, Kampung Bungin, Muara Gembong, Kabupaten Bekasi”. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Research and Development (RnD)*. Metode ini akan menggabungkan 3 parameter uji seperti sensor suhu, pH, dan salinitas air untuk menghasilkan transmisi data hasil uji sensor berupa *RSSI*, *QoS* dan *Link Budget*. Perangkat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ESP32 sebagai mikrokontroler dan sensor TDS, sensor pH, serta sensor suhu untuk mengetahui kualitas air tambak. Aplikasi Blynk dan *LCD Display* digunakan untuk menampilkan transmisi data sensor. Dengan demikian diharapkan penelitian ini menghasilkan sistem transmisi data berbasis jaringan *LoRaWAN* yang dapat memudahkan petani tambak ikan dalam memantau kualitas air tambak.

1. 2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menghitung parameter *link budget* dan pengukuran SNR serta *RSSI* jaringan *LoRaWAN* pada cakupan luasan tambak Muara Gembong, Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong ?
2. Bagaimana pemantauan nilai sensor TDS, sensor PH dan sensor suhu pada area tambak Muara Gembong, Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong secara langsung pada Blynk dan OLED?
3. Bagaimana nilai kualitas layanan (*QoS*) jaringan sistem monitoring kualitas air di tambak Muara Gembong, Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong?

1. 3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dari penelitian tersebut, maka didapatkan tujuan sebagai berikut :

1. Untuk menghitung parameter *link budget* dan pengukuran RSSI serta SNR jaringan *LoRaWAN* pada cakupan luasan tambak Muara Gembong, Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong ?
2. Untuk memantau data sensor TDS, sensor pH, sensor suhu jaringan *LoRaWAN* di tambak Muara Gembong, Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong
3. Untuk memperoleh kualitas layanan (*QoS*) jaringan *LoRaWAN* di tambak Muara Gembong, Kampung Bungin, Kecamatan Muara Gembong

1. 4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dengan adanya penelitian tersebut yaitu :

1. Dengan terciptanya alat ini memungkinkan akses data dari jarak jauh sehingga petambak dapat memantau kondisi tambak tanpa harus berada di lokasi secara langsung.
2. Dengan terciptanya sistem *monitoring* otomatis ini diharapkan dapat mengirim dan menerima data dari jangkauan yang cukup jauh.
3. Dengan memantau kualitas air secara *real time*, petambak dapat mengambil tindakan cepat untuk mencegah masalah yang dapat merugikan kesehatan bibit ikan bandeng.
4. Dengan terciptanya alat / sistem ini dapat memberikan pengalaman untuk mahasiswa dalam merancang, mengembangkan dan mengimplementasikan sistem *monitoring* berbasis *LoRaWAN* tersebut yang akan membantu mereka meningkatkan keterampilan dan pengetahuan mereka dalam bidang tersebut.

1. 5. Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, pembatasan perlu diterapkan agar sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya, dan waktu yang tersedia. Tujuannya adalah agar masalah yang dibahas dapat diatasi secara tepat sesuai dengan sasarannya. Dalam hal ini, peneliti membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini penulis melakukan parameter uji alat sensor hanya untuk data pendukung, bukan sebagai fokus utama dalam penelitian.
2. Pada penelitian ini penulis membatasi obyek penelitian hanya pada 6 titik di tambak Muara Gembong.

3. Pengujian sistem dilakukan dengan pengambilan data secara langsung di 6 titik tambak.
4. Pada penelitian ini penulis membahas hasil dari perhitungan parameter *link budget*, *RSSI*, *SNR*, *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Galih Utomo, Diana Alia, & Anak Agung Istri Sri Wahyuni. (2024). Sistem Monitoring Limbah Oli Menggunakan Arduino Uno Berbasis Lora. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 3(2), 33–46. <https://doi.org/10.55606/juprit.v3i2.3722>
- Adin, D. T., Bhawiyuga, A., & Yahya, W. (2019). *Sistem Monitoring Parameter Fisik Air Kolam Ikan menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel berbasis Protokol LoRa* (Vol. 3, Issue 6). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Ananda, A., Ginting, F. W., Putri, K., Lahagu, K., & Halawa, S. K. (2023). ANALISIS KUALITAS LAYANAN JARINGAN INTERNET WIRELESS LAN PADA LAYANAN INDIHOME. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Ilmu Komputer*, 1, 24–30.
- Angriawan, R., & Anugraha, N. (2019). Sistem Pelacak Lokasi Sapi dengan Sistem Komunikasi LoRa. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 9(1), 33. <https://doi.org/10.35585/inspir.v9i1.2494>
- Ansarullah, D., & Nurwarsito, H. (2022). *Monitoring Kualitas Air pada Tambak Udang berbasis Internet of Things dengan Protokol Komunikasi ZigBee* (Vol. 6, Issue 2). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Bhawiyuga, A., & Yahya, W. (2019). *SISTEM MONITORING KUALITAS AIR KOLAM BUDIDAYA MENGGUNAKAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL BERBASIS PROTOKOL LORA*. 6(1), 99–106. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201961292>
- Dewantoro, W., & Ulum, M. B. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING. KUALITAS AIR. *Jurnal Komputasi*, 9, 67–75.
- Dwinanto, B., & Yulianto, B. (2024). Rancang Bangun Repeater Lora Rfm95 Dengan Frekuensi 915 Mhz Berbasis Esp32. *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 4(2), 109–125. <https://doi.org/10.59141/cerdika.v4i2.752>

- Effendi, H., & Puspitaningrum, D. R. (2021). *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PEMAKAIAN AIR PAM DAN MUTU AIR PADA KOMPLEK PERUMAHAN DENGAN JARINGAN NIRKABEL LORA BERBASIS ARDUINO UNO*.
- Fadillah, A. N., Defid Almazazi, A., & Pardede, I. M. (2022). *RANCANG BANGUN ALAT KOMUNIKASI ANTAR SMARTPHONE MELALUI JARINGAN NIRKABEL LORA MULTI-HOP*.
- Faizah, F., WYM Wiguna, I., Abdullah, A., Amalia, D., Septiani, V., Penerbangan Surabaya, P., Jemur Andayani, J. I., Transportasi Darat Bali, P., Batuyang, J., Penerbangan Makassar, P., Salodong, J., Biringkanaya, K., Makassar, K., Penerbangan Palembang, P., & Adi Sucipto No, J. (2023). IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LORA DAN NODEMCU ESP8266 PADA ALAT EARLY WARNING SYSTEM UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS UDARA. *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya Edisi XXXVIII*, 8(1).
- Fatchi Machzar, A., Rizqika Akbar, S., & Fitriah, H. (2018). *Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Tambak Udang Dan Bandeng* (Vol. 2, Issue 10). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Faza, J., Purnama, S. I., & Syifa, F. T. (2021). Sistem Monitoring Tingkat pH, Kekeruhan dan Suhu Air Limbah Batik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berbasis LoRa. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 3(1), 10–15. <https://doi.org/10.20895/jtece.v3i1.146>
- Hakimi, A. R., Rivai, M., & Pirngadi Harris. (2021). Sistem Kontrol dan Monitor Kadar Salinitas Air Tambak Berbasis IoT LoRa. *Jurnal Teknik ITS*, 10.
- Ibrahim, M., & Wijaya, A. (2024). Analisis Perencanaan Pembangunan Jaringan Fiber Optik pada Pemerintahan Kota Palembang. *Sci-Tech Journal*, 3, 74.
- Imran, A., & Rasul, M. (2020). *PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32* (Vol. 17, Issue 2).

- Kurnianto, D., Testy, K. N., & Yuliantoro, P. (2022). Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Komunikasi LoRa di IT Telkom Purwokerto. *Dinamika Rekayasa*, 18(1), 35. <https://doi.org/10.20884/1.dr.2022.18.1.520>
- Kurniawan, Y., & Mulia, W. (2022). Pengaruh Pathloss dan Redaman Power Link Budget Terhadap Efek Doppler pada Antena DVOR. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 2(2), 2809–476. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v2i2.1557>
- Maulana, A., & Sulisty, W. (2024). IT-EXPLORE ANALISIS KUALITAS SIGNAL WIRELESS MENGGUNAKAN RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR (RSSI) DI SMP NEGERI 10 SALATIGA. *Jurnal Penerapan Dan Teknologi*, 63.
- Maulida, H. R., Syifa, F. T., & Afandi, M. A. (2022). Analisis dan Perancangan Prototipe untuk Memonitoring Lahan Perkebunan Teh menggunakan LoRa. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 4(2), 117–127. <https://doi.org/10.20895/jtece.v4i2.538>
- Muhalani, R., Putranami, A. B., Rosmiati, M., & Si, S. (2021). *Smart Tracking : Development Web Application For Elephants Movement In The Forest*.
- Mulyadi, R. M. Z., Munadi, R., & Fardan. (2022). *Analisis Kualitas Layanan Jaringan Seluler 5g Privat Berbasis Cloud Computing*.
- Noval, I., Prahara, A., & Widiyarsi, I. R. (2023). Implementasi Metode Received Signal Strength Indication dan Quality of Service Terhadap Analisis Kualitas Jaringan Wireless di CV Java Media Perdana Pati. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 7(4), 2023. <https://doi.org/10.35870/jti>
- Pa-In, W., Chotimanon, V., Lapapan, I., & Chodkaveekityada, P. (2021). *Calculation of link budget from LoRa ground sensor to IoTs satellite †*.
- Pramana, R., Elektro, J. T., Teknik, F., Raja, M., & Haji, A. (2018). *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*. 07(01), 13–23.
- Pratama, A., Amrita, A. A. N., & Khrisne, D. C. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Tiga Fasa Berbasis Wireless Sensor Network

- Menggunakan LoRa Ra-02 SX1278. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(2), 351. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i02.p20>
- Rachman, H., & Iskandar, I. (2017). *Analisis Kualitas Layanan Jaringan Komunikasi VoIP (Voice over Internet Protocol) Menggunakan Elastix Server Di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*.
- Rafidah, S. R., & Wagyana, A. (2020). Rancang Bangun Sistem Pemantau dan Pengendali Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Modul Long Range (LoRa). In *Politeknik Negeri Jakarta* (Vol. 1).
- Rizqi, A. W., & Jufriyanto, M. (2020). | 88-107 JSTI JurnalSistemTeknikIndustri *Corresponding author at: Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik. In *Jl. Sumatera No* (Vol. 22, Issue 2).
- Ryan Kamil, M., Arzalega, F., & Sani, A. (2023). *JBPI-Jurnal Bidang Penelitian Informatika Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet Wifi PT.XYZ dengan Metode QoS (Quality of Service)*. <https://ejournal.kreatifcemerlang.id/index.php/jbpi>
- Saad, R., Fayakun, K., & Ramza, H. (2011). *Perhitungan Link Budget Satelit Telkom-1* (Vol. 2, Issue 2). <http://belajarvsat.files.wordpress.com/2008/12/>
- Sari, V. K., Afroni, M. J., & B, B. M. (n.d.). *MODEL SISTEM MONITORING KEBAKARAN HUTAN BERBASIS LORA DENGAN*. 39–43.
- Stella, N., Tambunan, A., Doris Sihombing, E., Pardede, M., Telekomunikasi, T., Elektro, T., & Medan, P. N. (2021). *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN KOMUNIKASI LORA PADA RUMAH KACA*.
- Supryady, Kurniaji, A., & Deasty, E. (2022). Pertumbuhan Larva Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang Diberikan Pakan Alami *Brachionus Plicatillis* dan *Chlorella sp.* *Jurnal Salamata*, 4(1), 23–28.
- TIPHON General aspects of Quality of Service (QoS)*. (1999). <http://www.etsi.org>

- Wartingrum, N., Irawati, I. D., & Ramadan, D. N. (2023). *Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Lora pada Tambak Nila*.
- Wismoyo Aji, B., & Nurwasito, H. (2023). *Implementasi Sistem Monitoring Sungai berbasis LoRa-MQTT Gateway* (Vol. 7, Issue 4). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Yogiyana, K., Amelia, J. M., & Sitepu, G. S. B. (2022). *Pengaruh Penggunaan Filter Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Bandeng (Chanos Chanos)* (Vol. 4).