

# PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA IPAL TIRTARONA TLOGOMAS KOTA MALANG MENGGUNAKAN IoT BERBASIS LoRa

<sup>1</sup>M. Fadhli Roby, <sup>2</sup>Aryuanto Soetedjo, <sup>3</sup>Irmalia Suryani Faradisa  
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

<sup>1</sup>fadhliroby@gmail.com, <sup>2</sup>aryuanto@gmail.com, <sup>3</sup>irmaliafaradisa@yahoo.com

**Abstrak** — IPAL (Instalasi pembuangan air limbah) merupakan sebuah struktur bangunan, yang bertujuan untuk mengurangi sebuah pencemaran yang terkandung pada air limbah, peneliti sebelumnya merancang alat monitoring dengan beberapa sensor yaitu diantaranya sensor pH, DO, Turbidity dan DS18B20 terhadap webserver menggunakan modem GSM pada setiap alat yang terdiri dari 4 (empat) node, hal ini membuat kurangnya efisiensi penggunaan konsumsi daya yang tinggi serta stabilitas pengiriman data, oleh sebab itu dilakukan pengembangan alat monitoring sebelumnya dengan pemanfaatan modul LoRa SX1278, sistem ini memiliki 1 (satu) Master Node/Gateway dan 4 (empat) transmitter node, dari hasil pengujian disimpulkan bahwa pembacaan nilai error persentase pada node 1 sebesar 0,8%, node 2 sebesar 7,7%, node 3 sebesar 1,6%, node 4 sebesar 5,5%, sistem ini dapat melakukan pengiriman data sensing menggunakan modul lora dengan RSSI rata-rata node 1 -80 dBm, node 2 -77 dBm, node 3 -86 dBm, node 4 -82 dBm dan efisiensi konsumsi daya rata-rata sebesar 67% serta stabilitas pengiriman data efektivitas 10% berdasarkan jumlah data yang dikirimkan pada webserver thingspeak lebih efisien dibandingkan peneliti sebelumnya, sistem ini dapat mengirimkan hasil visualisasi data terhadap webserver thingspeak yang dapat di monitoring secara real time.

**Kata Kunci**— IPAL, LoRa, Modul Lora SX1278, Thingspeak.

## I. PENDAHULUAN (HEADING 1)

Instalasi pengolahan air limbah merupakan sebuah struktur yang dirancang dengan tujuan mengolah air limbah yang bersifat kimiawi dan biologis dari aktifitas industri, pertanian, rumah tangga dan lainnya. Jl. Tirtarona Kecamatan Tlogomas kota malang memiliki struktur IPAL Communal yang dibangun pada tahun 1986 dan memiliki sistem pengoperasian Tangki Pencernaan Anaerobik, Kolam Fitoremediasi dan Filtrasi (semiaerobik), *effluent* ini dihasilkan oleh aktifitas rumah tangga yang secara *continuously* dan diteruskan ke pembuangan terakhir yaitu sungai untuk mendapatkan hasil keluaran yang sesuai dengan standarisasi nilai yang telah ditetapkan, sehingga monitoring *effluent* pada IPAL ini dapat menunjang pada proses kinerja IPAL Tlogomas

Kota Malang, terdapat parameter penting untuk di monitoring secara real time dan *continuously* diantaranya pH air, Kekerusuhan pada air, DO (Dissolved Oxygen) air, dan temperatur air[1]

Sistem monitoring yang di rancang oleh penelitian sebelumnya [2] pada kualitas efluen IPAL di Tirtarona Tlogomas Kota Malang menggunakan *access point wifi* pada setiap *Node* (Alat monitoring) untuk mentransmisikan data dari setiap node (setiap kolam filtrasi), sehingga membutuhkan *maintenance* lebih untuk *processing data* ke thingspeak, dimana *maintenance* tersebut dapat meningkat pada biaya yang dikeluarkan untuk pembelian kuota data GSM pada setiap alat monitoring, dan terdapat penggunaan lebih terhadap konsumsi daya, serta efisiensi penggunaan *access point* yang digunakan pada setiap alat monitoring kolam filtrasi (*node*) pada stabilitas pengiriman data terhadap webserver.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. IPAL

sebuah struktur yang dirancang dengan tujuan mengolah air limbah yang bersifat kimiawi dan biologis dari aktifitas industri, pertanian, rumah tangga dan lainnya sehingga memungkinkan air tersebut untuk digunakan pada kegunaan yang lain [3]

### B. LoRa

LoRa adalah salah satu sistem komunikasi nirkabel untuk IoT. Sistem ini memiliki kemampuan komunikasi jarak jauh hingga 15 km pada kondisi tidak ada hambatan atau rintangan [4], Pada umumnya Lora memiliki dua dasar layer yang terdiri sebagai berikut [4], layer pertama disebut dengan Physical layer, yaitu sebuah lapisan (layer) yang menggunakan teknik modulasi radio Chirp Spread Spectrum (CSS). Physical layer ini dikembangkan oleh perusahaan bernama Semtech, dimana bertujuan telah ditetapkan untuk berkomunikasi jarak jauh, memiliki daya rendah, dan memiliki throughput yang rendah. lora beroperasi pada pita ISM 433 MHz, 868 MHz atau 915 MHz, tergantung pada wilayah dimana LoRa diterapkan. Muatan setiap transmisi dapat berkisar dari 2-255 byte, dan kecepatan data dapat mencapai hingga 50

Kbps saat agregasi saluran digunakan. Teknik modulasi adalah teknologi milik Semtech [4].

#### C. IoT

Internet of Things (IoT) adalah konsep bahwa objek memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia antar manusia [5], [6].

#### D. Panel Surya

Sebuah perangkat semikonduktor yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan efek fotovoltaik. Terlepas dari masalah penipisan energi fosil dan pemanasan global, sel surya baru-baru ini menjadi populer. Karena Anda bisa mendapatkan sumber energi (matahari) secara gratis, maka energi yang dihasilkan juga sangat murah.[7].

#### E. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 (Node MicroController Unit) adalah perangkat lunak sumber terbuka dan lingkungan pengembangan perangkat keras yang dibangun di sekitar System-on-a-Chip (SoC) murah yang disebut ESP8266 terlihat pada ESP8266, dirancang dan diproduksi oleh Espressif Systems, berisi elemen penting dari komputer: CPU, RAM, jaringan (WiFi), dan bahkan sistem operasi dan SDK modern. Itu menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk semua jenis proyek Internet of Things (IoT). Sebuah opensource platform IoT dan pengembangan Kit yang menggunakan Bahasa pemrograman Lua untuk membantu programmer dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE.

#### F. Arduino Nano

adalah sebuah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat kecil . Secara fungsi tidak ada bedanya dengan Arduino Uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan jack power DC dan penggunaan konektor Mini-B USB. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil [8].

#### G. Modul Lora SX1278

Sebuah transceiver yang beroperasi pada frekuensi 433MHz. Perangkat ini dapat bertindak sebagai pemancar dan/atau penerima. Modul Ra02 hanya digunakan sebagai transmitter (Tx) dan receiver (Rx). radio yang digunakan pada transceiver Ra02 menggunakan ICSX1278 dan beroperasi pada frekuensi 433MHz.

#### H. Modul TP4056

TP4056 adalah modul yang dirancang khusus untuk mengisi baterai lithium-ion. [9]. Tegangan keluaran charger ini sekitar 4,2 volt.

#### I. Baterai Lippo 18650

Mirip dengan baterai Li-Ion, baterai LiPo ini tidak menggunakan cairan sebagai elektrolitnya, tetapi menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti film plastik tipis. Lapisan film ini diapit di antara anoda dan katoda yang menghasilkan pertukaran ion. Dengan menggunakan metode ini, baterai LiPo dapat diproduksi dalam berbagai bentuk dan ukuran [10].

#### J. Mini Photovoltaic

Merupakan panel surya kecil yang memiliki fungsi yang sama dengan panel surya pada umumnya, menyerap energi dan mengubahnya menjadi energi listrik untuk menghasilkan listrik.[11]

#### K. Sensor Turbidity

merupakan sebuah sensor yang dapat mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat optic air yang diakibatkan oleh sinar dan sebagai perbandingan cahaya untuk dipantulkan dengan cahaya yang selanjutnya, semakin tinggi tingkat kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan dari tegangan output sensor [12].

#### L. Sensor DO

Merupakan sebuah sensor dengan Penentuan yang berkaitan dengan sampel suhu dan kandungan garam dalam tanah yang akan di periksa , Suhu dan kandungan garam dalam tanah merupakan faktor penting terhadap akurasi penentuan DO dengan menggunakan DO sensor[13],

#### M. Sensor DSB18B20

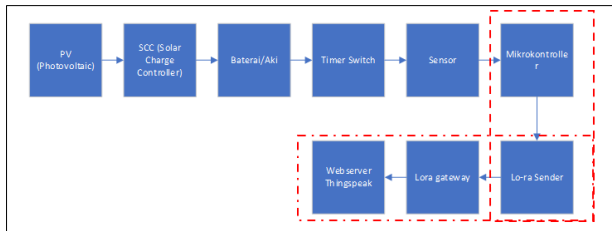
Merupakan sebuah sensor antarmuka satu kabel, jadi hanya sedikit kabel yang digunakan untuk pemasangan. Yang unik adalah sensor ini dapat digunakan secara paralel dengan input. dimana output sensor hanya terhubung ke satu pin Arduino. Untuk itu sensor ini banyak digunakan terutama karena tahan air dan dapat digunakan sebagai alat ukur dan pengontrol pemanas air. [14].

#### N. Sensor pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman yang dimiliki oleh suatu larutan. Sensor Ph sendiri adalah sebuah sensor ukur untuk mengukur pH atau derajat keasaman pada suatu cairan atau larutan.[15].

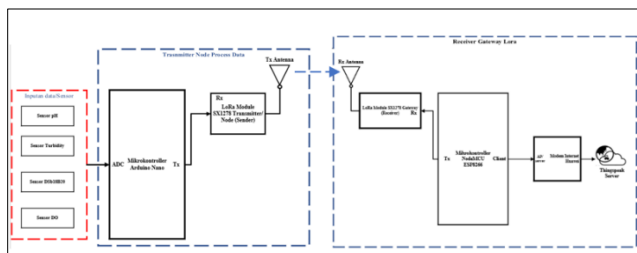
### III. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan sistem bertujuan agar lebih terstruktur dalam menjalankan sebuah rancangan sistem. Rancang sistem meliputi perancangan pada perangkat keras dan perangkat lunak.



Gambar III. 1 Blok diagram alat secara keseluruhan

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022



Gambar III. 2 Blok diagram Sistem Inti

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Pada **Gambar III. 1** terbagi menjadi dua objek diantaranya tidak bertanda garis merah dan bertanda garis merah, hal ini merupakan sebuah blok diagram kerja sistem secara keseluruhan pada perancangan penelitian ini, dimana blok diagram tidak bertanda garis merah merupakan objek sistem penelitian sebelumnya [2] dimana sistem kerja pada alat monitoring ipal PV akan menerima rangsangan cahaya yang kemudian akan di konversi menjadi sebuah energi listrik, kemudian energi tersebut akan disalurkan ke SCC yang berfungsi sebagai sistem *control* untuk *charger* ke baterai untuk mengurangi *over charging*, kemudian energi listrik tersebut akan di simpan pada baterai / aki, setelah alat ini mendapatkan energi powersupply kemudian sistem akan diteruskan ke *Timer switch* yang bertujuan untuk melakukan control pada kondisi *ON* dan *OFF* pada alat sistem monitoring agar melakukan hemat energi pemakaian dan penghematan pada penggunaan kualitas komponen, kemudian power supply tersebut akan mengaktifkan pada blok diagram yang bertanda garis merah dimana pada tanda garis merah tersebut merupakan poin utama dalam pembahasan penelitian ini untuk mengembangkan komunikasi pengiriman data pada alat monitoring kualitas air pada ipal tirtarona oleh penelitian sebelumnya [2] yang tidak bertanda garis merah, kemudian pada proses dalam garis merah pada **Gambar III. 1** dimana mikrokontroler akan menerima *inputan* sensor yang terdiri dari sensor pH, Suhu, Turbidity, DO (dissolved oxygen) yang telah dirancang oleh penelitian sebelumnya [2], kemudian modul lora Gateway melakukan konektivitas dengan modem sebagai *access bypass data* ke *thingspeak*, kemudian akan

melakukan inialisasi *pair to pair* dengan lora sender *transmitter* pada setiap alat monitoring (*node*), kemudian lora sender menerima *packet data sensing* untuk di kirimkan ke lora gateway secara *point to point* pada setiap *node*, kemudian setelah data tersebut akan diteruskan ke *webserver thingspeak* sebagai *output system* dan menampilkan hasil pembacaan data.

Pada blok diagram keseluruhan yang di tunjukkan pada **Gambar III. 2**, terdapat dua sistem yaitu Transmitter Node dan Receiver Node dan terdapat 4 proses input pada transmitter node dan 1 output kemudian terdapat input receiver Node yang akan diteruskan ke *webserver thingspeak*. Proses input pada transmitter Node bertanda garis merah pada **Gambar III. 2** merupakan sebuah alat yang telah dirancang sebelumnya pada penelitian [2] pada perancangan system ini alat sensor berfungsi sebagai inputan sekunder artinya alat tersebut sudah dirancang dan di implementasikan sebelumnya.

Pada penelitian ini inputan sensor yang pertama adalah pengukuran pH Air Effluent Limbah. Pengukuran pH ini menggunakan komponen sensor pH Meter. Sedangkan proses input kedua ialah pengukuran kekeruhan air (NTU) pada limbah. penentuan pengukuran kekeruhan air ini menggunakan komponen sensor turbidity, kemudian terdapat proses input ketiga yaitu pengukuran Temperature air limbah menggunakan sensor DS18B20, terakhir terdapat pengukuran DO(Dissolved Oxygen) pada air menggunakan sensor DO Meter, Serta terdapat modul lora SX1278 pada Transmitter Node untuk melakukan pengiriman paket data hasil *sensing* yang telah diolah oleh mikrokontroler Arduino nano pada *transmitter node* untuk melakukan *sending packet data* terhadap receiver lora (*gateway*).

Kemudian terdapat sistem yang selanjutnya yaitu pada bagian *Receiver Node* dimana terdapat inputan data hasil *receiving packet data*. Proses input pada Receiver Node merupakan penerimaan data dari *transmitter node* untuk diolah di NodeMCU ESP8266 yang kemudian melakukan konektivitas terhadap modem Huawei sebagai AP(*Access Point*) sebagai konektivitas antara data hasil UART untuk diteruskan ke *webserver*, Kemudian output dari sistem *receiver node* ini akan dikirimkan ke *Thingspeak Webserver*.

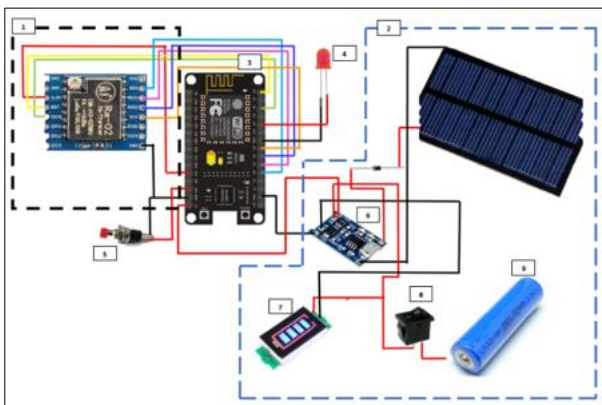
#### A. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pada **Gambar III. 1** terdapat rancangan blok diagram yang menunjukkan tanda bergaris merah dimana merupakan sebuah fokus penelitian dari pengembangan peneliti sebelumnya, dimana pengembangan dilakukan pada sistem mikrokontroler dan pemanfaatan modul LoRa untuk mengembangkan komunikasi data oleh peneliti sebelumnya.

Kemudian terlihat pada **Gambar III. 2** merupakan blok diagram perancangan dalam fokus penelitian ini yaitu perancangan untuk pengembangan komunikasi data menggunakan LoRa dimana terdapat 4 (empat) sensor yang telah dirancang oleh peneliti sebelumnya untuk melakukan *sensing* pada setiap node kolam IPAL kemudian hasil

sensing akan diteruskan oleh modul Tx LoRa SX1278 menggunakan mikrokontroler Arduino nano kemudian data diteruskan terhadap Gateway/Master Node LoRa pada tanda bergaris sebelah kanan kemudian data akan diolah oleh receiver node sesuai dengan ID pengirim (Trasmitter Node) , kemudian data sensing tersebut akan divisualisasikan ke webserver Thingspeak.

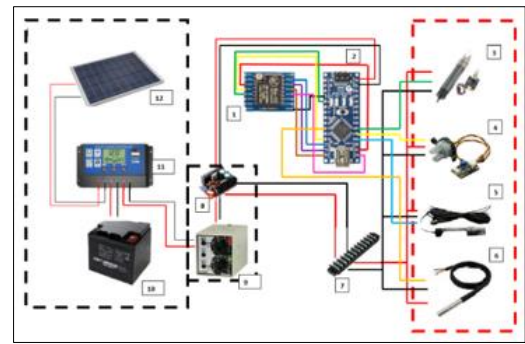
Perancangan perangkat keras master node lora/Gateway lora terdiri dari beberapa komponen yaitu, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan modul LoRa SX1278. NodeMCU ESP8266 dipilih karena terdapat modul WiFi yang terpasang pada board mikrokontroler dan dapat terhubung ke Internet. Modul LoRa SX1278 digunakan pada master node untuk mengirim, menerima, dan berkomunikasi dengan transmitter node, kemudian master Node dilengkapi dengan baterai Lippo 18650, Modul TP4056, Mini Photovoltaic, sebagai power supply tenaga surya bertujuan untuk menjadikan alat master node agar fleksibel dalam penempatan dapat dilihat pada **Gambar III. 3**



**Gambar III. 3** Rangkaian skematik Receiver Node/master node lora

Sumber : Data Primer Pernacangan Sistem Penelitian 2022

Perancangan perangkat keras Transmitter Node terdiri dari beberapa komponen yaitu, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan modul LoRa SX1278 serta terdapat input 4 (empat) sensor yang telah dirancang oleh peneliti sebelumnya diantaranya sensor pH, Turbidity, DSB18B20, dan DO. Modul LoRa SX1278 digunakan pada transmitter node untuk mengirim, menerima, dan berkomunikasi dengan Master node, dapat dilihat pada **Gambar III. 4**.

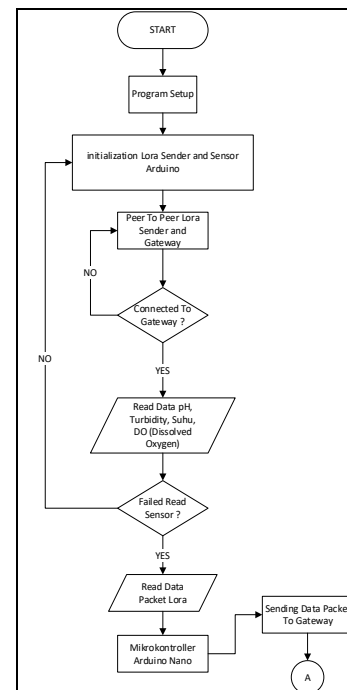


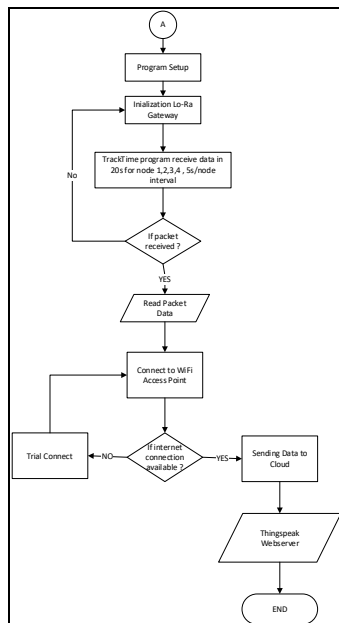
**Gambar III. 4** Rangkaian Skematik Transmitter Node

Sumber : Data Primer Pernacangan Sistem Penelitian 2022

### B. Perancangan Prangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat lunak bertujuan untuk mengontrol pembuatan program secara terstruktur yang akan diuji sehingga data pengujian memberikan hasil yang tepat.





Gambar III. 5 Flowchart

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Pada **Error! Reference source not found.** dijelaskan sebuah flowchart proses dari *action start program* akan melakukan pengaturan pada *transmitter(sender)* node Arduino nano ,kemudian terdapat inialisasi modul pada lora *sender* untuk melakukan konektivitas dengan lora *gateway* kemudian akan terdapat inialisasi selanjutnya yaitu pada Sensor pH, Turbidty, Suhu, DO (Dissolved Oxygen ) yang telah dirancang oleh penelitian sebelumnya [2].

Pada modul transmitter Node akan melakukan *trial connect* apabila tidak terjadi konektivitas antara lora sender dan lora gateway, kemudian akan terjadi pengolahan pembacaan data sensing pada setiap sensor Ketika sensor mengalami proses gagal pembacaan maka akan di *loop* ke inialisasi sensor untuk melakukan *checking* ulang kemudian apabila sebaliknya sensor akan membaca dan memberi nilai atau data hasil pembacaan maka akan diproses sebagai data packet oleh modul lora sender kemudian diteruskan ke mikrokontroler Arduino Nano untuk di simpan dan di olah, kemudian apabila terdapat konektivitas maka lora sender akan mengirimkan data ke lora gateway , kemudian pada proses sistem terdapat set timer pada kondisi OFF apabila pembacaan dilakukan dan telah sampai pada waktu set OFF, sehingga akan di loop pada kondisi *action set timer switch* untuk melakukan kondisi *action* seperti awal, kemudian dari sisi pengiriman data akan dilanjutkan dengan penerimaan data oleh lora gateway dimana lora gateway akan melakukan program setup apabila paket data belum diterima maka akan di loop ke program setup kemudian sebaliknya apabila data terbaca maka akan diteruskan dengan mengirimkan data tersebut , sebelum melakukan pengiriman data ke webserver oleh lora gateway, maka lora gateway melakukan konektivitas dengan wifi access point apabila tidak terhubung maka akan

di lakukan trial connect kemudian apabila lora gateway dan wifi access point terhubung maka data akan di proses dan dikirimkan ke webserver Thingspeak.

### C. Implementasi Sistem

Implementasi sistem ini didasarkan pada perancangan sistem yang telah dibuat.



Gambar III. 6 Implementasi sistem Receiver Node/Master Node

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022



Gambar III. 7 Impelementasi Transmitter Node

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Pada **Gambar III. 6** merupakan implementasi perangkat keras pada master node/Gateway LoRa, yang terdiri dari mikrokontroler NodeMCU dan modul LoRa SX1278 serta terdapat komponen untuk *self powered* diantaranya mini photovoltaic,baterai lippo 18650, modul TP4056. **Gambar 10** merupakan implementasi perangkat keras pada transmitter node, yang terdiri dari beberapa komponen diantaranya yaitu mikrokontroler Arduino Nano dan modul LoRa SX1278, kemudian terdapat sistem alat monitoring yang telah dirancang oleh peneliti sebelumnya [2] diantaranya sensor pH,Turbidity,DSB18B20 dan DO terlihat pada **Gambar III. 7**, serta terdapat *self powered* menggunakan PLTS.

#### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan beberapa pengujian diantaranya terdapat pengujian persentase *error* pembacaan sensor, kekuatan sinyal berdasarkan jarak dan elevasi serta stabilitas transmisi data tiap node secara *multiple node*, dan pengujian terhadap konsumsi daya penggunaan modul LoRa terhadap pengembangan Komunikasi data pada penelitian sebelumnya di IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang.

##### A. Pengujian Pengiriman Data pada Transmitter Node

Pada hal ini pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pencatatan pada data *output* hasil data *sensing* pada setiap transmitter Node 1,2,3 dan 4 yang dirancang dan diintegrasikan dengan sensor yang telah dirancang sebelumnya seperti pada **Tabel IV. 1** dimana merupakan hasil pembacaan mikrkontroller Arduino dan terintegrasi dengan modul Lora SX1278 sehingga mengirimkan nilai hasil data *sensing* dan terdapat nilai rata-rata %*error* pembacaan sensor seperti pada **Tabel IV. 2**.

**Tabel IV. 1** Hasil uji nilai *sensing* rata-rata pada transmtter node dan arduino nano

Node	Sensor			
	pH	Tubdity (NTU)	DSB18B20 (Celcius)	Dissolved Oxygen (mg/L)
Node 1	0	3000	85	282
Node 2	2	3000	23	5704
Node 3	9	3000	23	7966
Node 4	6	3000	23	5243

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

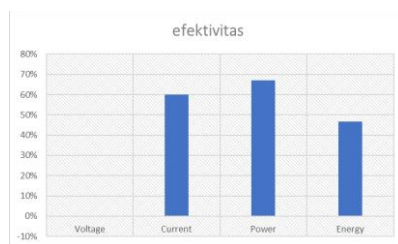
**Tabel IV. 2** Hasil Nilai rata-rata %*Error* pembacaan sensor

No	Node	nilai rata-rata % <i>error</i> semua sensor
1	Node 1	0,8%
2	Node 2	7,7%
3	Node 3	1,6%
4	Node 4	5,5%

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

kemudian terdapat pengujian konsumsi daya rata-rata yang didapat pada node 2 yang dibandingkan dengan penggunaan konsumsi daya oleh peneliti sebelumnya terlihat pada **Tabel IV. 3**, dengan pengambilan data dengan cara memanfaatkan modul monitoring wemos d1 mini pada alat monitoring yang telah dirancang seblumnya oleh [2], dengan melakukan komparasi penggunaan konsumsi daya antara modul lora SX1278 dengan sistem komunikasi data sebelumnya.

Pada tabel diatas terdapat nilai rata hasil data *sensing* antara integrasi modul Lora SX1278 dengan sensor yang telah dirancang sebelumnya oleh [2].



**Gambar IV. 1** Grafik Persentase Efektivitas hasil komparasi

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

**Tabel IV. 3** Hasil uji rata-rata komparasi konsumsi daya

No	device	Voltage	Current	Power	Energy
1	Modul Lora SX1278	12,7	0,05	0,48	366,5
2	Alat Sebelumnya	12,6	0,12	1,5	688,7

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Terlihat pada **Gambar IV. 1** merupakan sebuah grafik hasil analisa dan pengujian komparasi konsumsi daya yang di dapat dengan mengambil nilai rata-rata seperti terlihat pada **Tabel IV. 3** kemudian efektivitas terhadap konsumsi daya pada penelitian ini menghasilkan efektivitas sebesar 0% untuk voltage , 64%, current, 67% Power , Energy 47%., atinya terdapat efektivitas lebih tinggi dengan pengembangan pemanfaatan modul lora sx1278 pada alat monitoring kualitas air IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang.

##### B. Pengujian Pengiriman Data pada receiver node / master node Lora

Pada hal ini pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pencatatan penerimaan data *output* hasil data *sensing* pada yang dikirimkan oleh transmitter Node 1,2,3 dan 4 Node seperti pada **Gambar IV. 2** berdasarkan jarak dan elevasi lokasi IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang.



**Gambar IV. 2** Pengambilan titik uji coba kualitas sinyal berdasarkan jarak dan elevasi pada software google earth pro

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Pada **Gambar IV. 2** Pengambilan titik uji coba kualitas sinyal berdasarkan jarak dan elevasi pada software google earth prodiatas merupakan sebuah literasi menggunakan software google earth untuk melakukan uji kekuatan sinyal berdasarkan jarak dan elevasi pada modul lora SX1278 receiver node / master node lora dengan transmitter node yang terletak di alat monitoring kuatalis air IPAL dengan melakukan penentuan titik lokasi jarak pengujian pada 7 meter elevasi 531 m , 13 meter 532 m, 16 meter 532 m, 19 meter 531 m, 28 meter 530 m , 152 meter dengan elevasi 626m, hasil data rata-rata seperti pada **Tabel IV. 4**

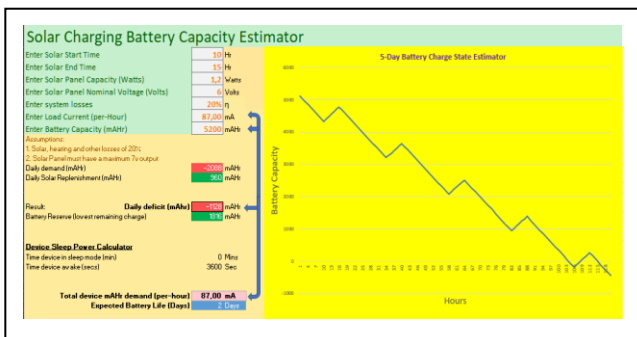
**Tabel IV. 4** Hasil nilai rata-rata pada pengujian kualitas sinyal lora berdasarkan jarak dan levasi

Node	Jarak	average
node 1	jarak 7m	-78
node 2	jarak 7m	-79
node 3	jarak 7m	-87
node 4	jarak 7m	-81
node 1	jarak 13m	-85
node 2	jarak 13m	-76
node 3	jarak 13m	-89
node 4	jarak 13m	-89
node 1	jarak 16m	-76
node 2	jarak 16m	-77
node 3	jarak 16m	-90
node 4	jarak 16m	-79
node 1	jarak 19m	-
node 2	jarak 19m	-75
node 3	jarak 19m	-78
node 4	jarak 19m	-75
node 1	jarak 28m	-
node 2	jarak 28m	-
node 3	jarak 28m	-87
node 4	jarak 28m	-74
node 1	jarak 152m	-
node 2	jarak 152m	-
node 3	jarak 152m	-
node 4	jarak 152m	-87

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Pada **Tabel IV. 4** diatas terdapat nilai rata-rata pada setiap jarak dimana terdapat transmitter node 1 pada jarak 19 meter, 28 meter, 152 meter , dan node 2 pada jarak 28 meter, 152 meter, dan node 3 pada jarak 152 meter mengalami *loss transmission* diakibatkan dengan topografi IPAL yang banyak hambatan seperti pohon dan Gedung serta tinggi permukaan lebih rendah, sehingga transmisi data tidak diterima dengan baik.

Pada receiver node terdapat pengujian berikutnya pada sistem *self powered* yang dirancang untuk memiliki fleksibilitas pada penggunaan dan implementasi *receiver node/master node* lora seperti pada

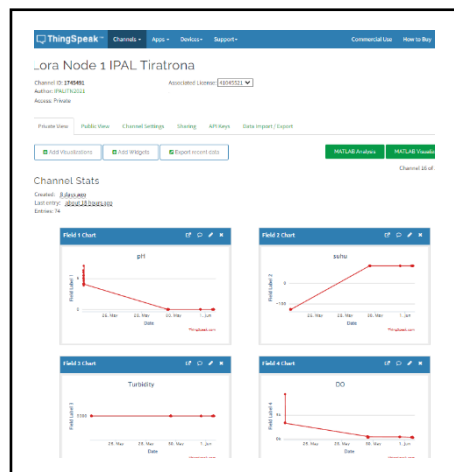


**Gambar IV. 3** Pengujian sistem self powered mini solar pada receiver node

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Terdapat sebuah kalkulator yang telah dirancang [16] untuk software Microsoft excel, penulis menggunakan software tersebut untuk mempermudah pengujian pada sistem *self powered* di receiver node lora, terlihat pada gambar.. dimana terdapat asumsi load current sebesar 87 mA dari mikrokontroller dan modul Lora SX1278 serta *solar , heating, and losses* sebesar 20% pada receiver node dengan receiver node bekerja secara *continuously*, nilai untuk *time device in sleep mode 0* dan *time devices awake* sebesar 3600 sec. terlihat pada grafik diatas terdapat daily demand (mAhr) sebesar -2088 hasil dari load current dikalikan selama 24 jam. sedangkan *daily solar replenishment* sebesar 960 mAhr sehingga defisit yang terjadi pada satu hari selama estimasi 5 hari. Dimana *battery reserve (lowest remaining charge)* sebesar 1816 mAhr , sehingga grafik terus mengalami penurunan pada jam ke 118 jam.

Kemudian pada pengujian receiver node terdapat pengujian pengiriman data terhadap webserver thingspeak dengan kecepatan rata-rata pengiriman dan jumlah peneririman data rata-rata.



**Gambar IV. 4** Hasil Uji webserver thingspeak

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Pada **Gambar IV. 4** merupakan hasil visualisasi pengiriman data dari transmitter node dimana mengirimkan hasil data sensing dari sensor yang telah dirancang sebelumnya oleh [2] terdiri dari sensor pH, DSB18B20, Turbidity, dan Dissolved oxygen, jumlah data yang terlihat pada **Tabel IV. 5**.

**Tabel IV. 5** Hasil uji nilai rata-rata terhadap komparasi stabilitas pengiriman data dengan alat sebelumnya

Device	Variabel	nilai	nilai rata-rata kecepatan pengiriman
Modul Lora SX1278	Jumlah paket data yang dikirimkan dalam 30 menit 3 detik selama batas waktu pengujian selama 40 menit	12	21 menit 37 detik
Alat sebeelumnya	Jumlah paket data yang dikirimkan dalam 30 menit 3 detik selama batas waktu pengujian selama 40 menit	10	19 menit 35 detik

Sumber : Data Primer Perancangan Sistem Penelitian 2022

Pada **Tabel IV. 5** komparasi pengiriman data terhadap webserver thingspeak berdasarkan jumlah data yang dikirim dan jeda pengiriman, dapat diperhatikan dimana pada modul lora sx1278 jumlah data yang terkirim ke webserver dalam batas waktu pengujian 40 menit didapat sebanyak 12 data dengan lama pengiriman data 30 menit 3 detik dalam waktu 40 menit, dan nilai rata-rata jeda pengiriman antar data sebanyak 21 menit 32 detik, kemudian terdapat jumlah data pada alat yang dirancang sebelumnya pada alat monitoring IPAL dengan jumlah yang dikirim dalam batas waktu pengujian 40 menit sebanyak 10 data, dengan nilai rata-rata jeda pengiriman selama 24 detik, dan durasi pengiriman data selama 3 menit 36 detik dalam waktu 40 menit. dapat di Analisa bahwa pengembangan menggunakan modul lora sx1278 lebih stabil dalam mengirimkan data dengan efektivitas 10,0%, tetapi terdapat jeda lebih lama dalam kecepatan pengiriman antar data sesuai dengan spesifikasi yang dimiliki sistem lora dimana memiliki keterbatasan kecepatan transmisi sebesar 0,3-50 kbps [17]

## V. PENUTUP

### Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dapat ditarik dari berbagai pengujian yang dilakukan, sistem pada transmitter node mampu mengirimkan nilai hasil data *sensing* pada semua sensor pH, turbidity, DBS18B20 dan DO di setiap node 1,2,3 dan 4 dengan %error rata-rata pembacaan sensor pada semua sensor tiap node, node 1 nilai persentase error 0,8%, node 2 bernilai 7,7%, node 3 bernilai 1,6%, dan node 4 sebesar 5,5%, kemudian transmitter node lebih efisien dari segi penggunaan konsumsi daya dengan memanfaatkan modul LoRa SX1278 sebesar 67% *power*, kemudian kinerja sistem pada receiver node uji kekuatan sinyal RSSI berdasarkan jarak, elevasi dan hambatan didapatkan nilai rata-rata pada node 1 -80 dBm pada jarak 7m,13m,16m, node 2 -77 dBm pada jarak 7m,13m,16m, node 3 -86 dBm pada jarak 7m,13m,16m,19m,28m, dan node 4 -82 dBm 7m,13m,16m,19m,28m,152m, kemudian komparasi jumlah data yang dikirimkan ke *webserver thingspeak* modul lora lebih efisien sebesar 10% dibandingkan penggunaan alat sebelumnya serta sistem dapat mengirimkan data hasil *sensing* melalui webserver thingspeak dimana pada database tersebut akan secara *real-time* dalam mencatat data yang telah diterima.

Peneliti memiliki saran terkait pengembangan selanjutnya yaitu pengembangan terhadap kalibrasi ulang pada setiap sensor, dan pengembangan pada tipe modul lora yang digunakan untuk mendapatkan efisiensi dan efektifitas dalam pengiriman data berdasarkan topografi IPAL, dan menggunakan mini solar panel yang mempunyai spesifikasi WP (*watt peak*) lebih tinggi dibandingkan pada penelitian ini agar dapat bekerja secara *outdoor* dan efisien serta lebih fleksibel dalam penggunaannya.

## VI. REFERENSI

[1] E. Hendrianti, I. N. Sudiasa, and N. Karnaningroem, "Treatment Performance of Tlogomas Communal Waste Water Treatment Plant in Malang City," vol. 5, no. 11, pp. 110–117, 2015.

[2] A. Soetedjo, E. Hendrianti, S. A. Wibowo, J. Novrian, and A. B. Nugroho, "Real-Time Implementation of Wastewater Monitoring System on the Communal Wastewater Treatment Plant using the IoT."

[3] F. S. Srijadi, "Implementasi Microcontroller Wemos D1 Untuk Memonitoring pH Air Secara Real Time Pada WWTP ( Waste Water Treatment Plant ) berbasis Internet of Things."

[4] A. A. Nurhadi, D. Darlis, and M. A. Murti, "Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 13, no. 1, pp. 17–21, 2021, doi: 10.31937/sk.v13i1.2065.

[5] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, and A. Yudhana, "Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis Thingspeak," *Transmisi*, vol. 21, no. 4, pp. 109–115, 2019, doi: 10.14710/transmisi.21.4.109-115.

[6] F. N. Pratama and Tjahjanto, "Sistem Pemantauan Derajat Keasaman Limbah Air Pada Areal Tambang Berbasis Nirkabel Menggunakan Protokol Lora (Studi Kasus : PT. Wanatiara Persada)," *J. Informatics Digit. Expert*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2021, [Online]. Available: <https://e-journal.unper.ac.id/index.php/informatics/article/view/644>.

[7] T. Thamrin, E. Erlangga, and W. Susanty, "Implementasi Rumah Listrik Berbasis Solar Cell," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 9, no. 2, 2018, doi: 10.36448/jsit.v9i2.1084.

[8] Z. Isfarizky and A. Mufti, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Listrik Secara Multi Channel Berbasis Arduino (Studi Kasus Kantor Lbh Banda Aceh)," *Kitekro*, vol. 2, no. 2, pp. 30–35, 2017.

[9] N. Top and P. Asic, "数据手册 datasheet," vol. 4056, pp. 1–17.

[10] R. Hasrul *et al.*, "Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif," vol. 5, no. 9, pp. 79–87, 2021.

[11] S. Sunaryo, F. Bakri, M. C. Abriansyah, and D. Mulyati, "Mini photovoltaic system project: Physics laboratory activities through a technology-rich learning environment," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1318, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1318/1/012011.

[12] A. Noor, A. Supriyanto, and H. Rhomadhona, "Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan," *Corel IT*, vol. 5, no. 1, pp. 13–18, 2019.

[13] R. V. Yuliantari, D. Novianto, M. A. Hartono, and T. R. Widodo, "Pengukuran Kejenuhan Oksigen Terlarut pada Air menggunakan Dissolved Oxygen Sensor," *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 18, no. 2, p. 101, 2021, doi: 10.20527/flux.v18i2.9997.

[14] M. Imam and E. Apriaskar, "Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20," *J. J-Ensitem*, vol. 06, no. 01, pp. 347–352, 2019.

[15] Hafidhudin, D. Notosudjono, and D. B. Fiddiansyah, "Prototipe Sistem Otomatisasi Instalasi Pengolahan Air Limbah ( Ipal ) Dan Monitoring Secara Realtime Berbasis Mikrokontroler," *Prototipe Sist. Otomatisasi Instal. Pengolah. Air Limbah Dan Monit. Secara Realt. Berbas. Mikrokontroler*, vol. 01, no. 01, pp. 1–13, 2018.

[16] G.- David, *Tech Note 130 - Solar Power for Projects (Arduino/ESP8266/ESP32)*. [www.youtube.com](http://www.youtube.com), 2019.

[17] Muhammad yunus, "#1 LoRa | sistem komunikasi wireless jarak jauh dan berdaya rendah," 2018, [Online]. Available: <https://yunusmuhammad007.medium.com/1-lora-sistem->



## VII. BIODATA PENULIS



M. Fadhli Roby, Lahir di Pamekasan, 13 Februari 1999. Menyelesaikan Pendidikan tingkat

menengah atas di SMAN 5 Pamekasan dan saat ini sedang menempus tugas akhir di ITN Malang, memiliki keahlian dalam menyusun *work planning and control system* baik dalam keseharian maupun dunia kerja. Penulis dapat dihubungi melalui email : fadhliroby@gmail.com.