

UJIAN KUALIFIKASI



OPTIMALISASI PENEMPATAN SENTRAL TELEPON OTOMAT (STO) DAN TOWER LoRaWan MENGGUNAKAN DATA SPASIAL DAN MACHINE LEARNING

**PEMBIMBING :
Prof. Dr. Ery Prasetyo Wibowo**

Mahasiswa:
Andrianingsih (99220702)

**PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS GUNADARMA**

13 Desember 2021

ABSTRAK

Penetrasi perkembangan teknologi saat ini berkembang dengan cepat yaitu adanya keberadaan akan *internet of things* yang merupakan suatu potensi yang sangat di perlukan di Indonesia. Kebutuhan akan di gelarnya *internet of things* secara *massif* berlandaskan aturan Kementrian Kominfo PM No. 1/2019 tentang ijin kelas dan Perdirjen No. 3/2019 Tentang LPWA (*Low Power Area Network*), merupakan target capaian agar dapat mewarnai kehidupan masyarakat di Indonesia menjadi berbasis digital dengan layanan konektivitas yang *robust* dan aman, berdasarkan hal ini PT. Telkom mengadakan pengelaraan *internet of things* berdasarkan *factor supply dan demand* dengan LoRA (*Long Range*) yang merupakan teknologi transmisi jarak jauh yang berdaya rendah dan salah satu *use case* dari platform *internet of things* adalah smart meter digital. Untuk itu *utilitas layanan* ini memerlukan suatu teknologi yang murah dan *massif*, untuk menangani hal tersebut, salah satunya dapat menggunakan teknologi radio dengan menggunakan jaringan LoRa yang harus di pasang secara optimal, agar tidak terjadi *loss data*, sehingga akan memperbesar biaya yang ada.

Berdasarkan hal ini peneliti akan melakukan kajian modelling pengelaran gateway LoRa menggunakan *machine learning* dan spasial untuk menemukan pola optimasi yang lebih optimal berbasis kebutuhan dan ketersediaan.

Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah modelling dari *urban* dan *rural residential* di Jakarta dan Purwokerto dengan 55 kecamatan, bertujuan untuk melakukan optimalisasi gateway LoRa dengan memperhatikan beberapa spesifikasi teknis di LoRa seperti *transmit power*, *path loss*, *spreading factor*, *data rate* dan *duty cycle*. Sehingga dapat di gunakan oleh PT. Telkom untuk layanan *public* untuk mempercepat proses digitalisasi.

Kata kunci : *Machine Learning, Smart Meter Digital, STO dan Tower LoRa, Spasial*

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	1
DAFTAR ISI.....	2
BAB I.....	3
PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang.....	3
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Peneltian	4
1.4.Kontribusi penelitian	4
BAB II.....	5
TELAAH PUSTAKA	5
Tinjauan Pustaka.....	5
BAB III	17
METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1. Ruang Lingkup Penelitian	31
3.2. Road Map Penelitian.....	31
3.3. Alur Kerangka Penelitian.....	32
3.4. Tahap Pengelolaan Klasifikasi Penutupan Lahan.....	35
3.5. Lora Arsitektur.....	36
3.6. List Data Site	38
3.7. Socio Technical Aspect	39
3.8. Metode Analisis Penentuan Lokasi STO Dengan Menggunakan Metode Spasial.....	40
3.9. Konsep Usulan Penelitian.....	40
JADWAL PENELITIAN	44
DAFTAR PUSTAKA	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformasi dinamika perubahan pola kehidupan saat ini yang dinamis dimana konsep kehidupan masyarakat yang berpusat pada manusia (*human-centered*) dan berbasis teknologi (*technology based*) [1] [2], dan suatu kajian penelitian yang telah dilakukan mengatakan manusia membutuhkan pendekatan yang valid dan alternatif yang tepat pada prinsipnya untuk menggunakan teknologi sehingga dalam penerapannya teknologi secara prinsip sesuai dan selaras antara setiap *device*, *device* dengan *user*, dan *user* dengan *user* secara *seamless* [3]. Hal ini didukung penetrasi perkembangan teknologi yang bertumbuh sangat cepat, di Indonesia perkembangan teknologi sangat didukung dengan teknologi *internet of things* (IoT) dan potensi penerapan IoT di pasar Indonesia sangat potensial, di tahun 2025 di prediksi kenaikan akan kebutuhan IoT menjadi 75 persen, akan cakupan dan capaian masyarakat berbasis digital tidak hanya di manufaktur, telekomunikasi dan media, namun juga di *residential*, di butuhkan solusi yang sesuai dengan situasi yang ada dalam mendorong implementasi revolusi industri 4.0 saat ini dan *society 5.0*. kebutuhan akan solusi IoT yang masif, dan *low cost* yang dapat meningkatkan produktivitas layanan digitalisasi yang baik, di mana konektivitas antar jaringan dengan *platform* aplikasi dapat mengubah wajah dunia. Besaran data Kominfo potensi IoT di Indonesia bernilai bisnis Rp. 444 Triliun pada tahun 2022.

Dalam mengembangkan *platform* IoT, PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk, secara *significant* melakukan kolaborasi dan inkubasi untuk menghasilkan inovasi dalam *utility layanan* di Indonesia, secara *asynchronous* dengan konektivitas *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) yang merupakan protokol IoT untuk *network* LoRa (*Long Range*), dimana LoRa adalah teknologi nirkabel berdaya rendah menggunakan spektrum gelombang frekuensi radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 MHz atau 915 MHz. Regulasi berdasarkan aturan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika. No. 1/2019 tentang izin kelas dan Perdirjen No. 3/2019 tentang LPWA (*Low Power Wide Area network*), yang di maksud dengan izin kelas adalah hak yang di berikan pada setiap orang,

atau perseorangan dan atau badan hukum untuk dapat mengoperasikan suatu perangkat telekomunikasi yang menggunakan modulasi *Chirp Spread Spectrum* hal ini yang mendasari kemungkinan dapat terjadinya petukaran data pada saat pengiriman maupun penerimaan walau posisi transmisi jauh, spektrum frekuensi radio dengan syarat wajib memenuhi ketentuan teknis dalam hal ini adalah PT. Telkom yang sudah *applied* dengan penyelenggaraan jaringan bergerak seluler dalam hal ini adalah LoRa, dimana Lora memiliki komunikasi jarak jauh dan memiliki daya rendah kisaran 13 Ma – 15 Ma, masa pakai sampai dengan 20 tahun, dengan adanya penelitian terdahulu yang menggunakan *bandwidth 125 – 500 kHz, spreading factor (SF) 7 – 12, coding rate 4/4 – 4/8, transmission power -4 – 20 dbm* di hasilkan 98 unit untuk SF 7 dan 2437 untuk SF 12 berdasarkan *capacity planning*. PT. Telkom mengakomodir kebutuhan akan network LoRa untuk optimalisasi dan menggelar penggunaan teknologi komunikasi dengan merancang, membangun akan kebutuhan dengan estimasi pengembangan infrastruktur 6000 BTS (*Base Transceiver Station*) dimana saat ini baru memiliki 300 STO (Sentral Telepon Otomat) di seluruh Indonesia, 707 STO di Jabodetabek untuk penyedia jasa layanan PT. Telkom dalam rangka untuk mengoptimalkan peningkatan kualitas daya hidup masyarakat berdasarkan kesejahteraan kehidupan manusia dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi *cost* dan meningkatkan produktivitas.

Dalam penggelaran network LoRa, PT. Telkom menggelar LoRa secara *leading supply* (penyediaan *supply* tanpa menunggu *demand*) sehingga belum bisa diketahui optimal atau tidaknya coverage yang sudah digelar sehingga bisa menyebabkan kerugian pada PT. Telkom dan hal ini juga di semangat akan program kerja untuk dapat menjembatani agar dapat memanfaatkan energi harian rumah tangga yang telah menjadi prioritas dunia, salah satu *use case* dari IoT adalah smart meter digital, telah banyak di adopsi di sektor morfologi *area rural residential*[4].

Kesinambungan pengembangan teknologi berbasis masyarakat *digital* antara PT. Telkom dan PT. Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN) terprogram dan bergulir tahap pertahap, yaitu pada tahun 2022 data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menargetkan sebanyak satu juta pelanggan *residential* akan terpasang *smart meter digital*, untuk memukhtahirkan layanan listrik tidak lagi secara konvensional, sehingga di dapat kemudahan dalam pemantauan penggunaan listrik dan kemudahan lainnya untuk mengisi kembali token listrik sehingga lebih optimal dan lebih efisien sehingga tagihan

pembayaran listrik yang bisa diperkirakan oleh pengguna berapa kisaran kemampuan bayar pengisian ulang token, di mana hal ini berkaitan dengan penggantian kWh (*kilowatt-hour*) meter dari pasca bayar ke pra-bayar, dengan konsumsi listrik secara real time dan regular. Sistem *smart meter* yang terdapat dalam AMI (*advanced meter infrastructure*) Hal ini didasari akan Rencana Usaha Penyedia Tenaga Listrik (RUPTL) tahun 2015 – 2024 untuk memenuhi amanat Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2012 tentang kegiatan Usaha Penyedia Tenaga Listrik untuk kepentingan umum. Dan dalam rencana pengembangannya PT. PLN memiliki investasi yang efisien berdasarkan perencanaan yang baik dalam waktu sepuluh tahun mendatang, kebutuhan akan *smart meter digital* ini di sambut baik oleh PT. Telkom, dua raksasa Badan Usaha Milik Negara bekerjasama dalam pengimplementasian teknologi NB – IoT (*Narrow Band – Internet of Things*) menyasar segmen residensial dengan data 6.131 gardu PT. PLN yang ada di Jabodetabek. Dengan luas wilayah yang di keluarkan pemerintah melalui Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 72 tahun 2019 atas Peraturan Mentri Dalam Negeri Nomor 137 Tahun 2017 tentang kode dan Data Wilayah Administrasi Pemerintahan, di ketahui jumlah luas wilayah (km²) di Jabodetabek 6.437.89 dengan kepadatan penduduk 4.523 jiwa / km², yang meliputi 44 kecamatan dan Purwokerto memiliki 11 kecamatan [4],

Dan menitikberatkan pada unsur geomorfologi indeks rencana tata ruang dan wilayah, sektor *business orientation* dan *environment orientation* menekankan kepada pertumbuhan populasi pengguna listrik *residensial*, ketiga sektor tersebut dapat di gunakan sebagai acuan dalam menentukan lokasi *residential*. Dengan dasar pertimbangan banyaknya regulasi seperti (Rencana Tata Ruang dan Wilayah) serta banyaknya persyaratan yang harus di penuhi, maka di perlukan suatu analisis yang berkaitan dengan keruangan (spasial) untuk dapat mempelajari interaksi spasial dan mengakomodir pemilihan lokasi gateway Lora secara optimal.

Berdasarkan hal tersebut peneliti dalam hal ini melakukan kajian penelitian di PT. Telkom akan memodelkan pengembangan jaringan gateway LoRa di wilayah Jakarta dan Purwokerto [5]. Penelitian ini akan di kaji berdasarkan *indicator transmit power, path loss, spreading factor, data rate, duty cycle* dan spasial untuk menentukan letak gateway LoRa pada STO dan Tower LoRa di 55 Kecamatan. Penggunaan metode *machine learning* di harapkan dapat mengoptimisasikan penempatan gateway LoRa, sehingga pengiriman data dari *smart meter digital* ke server dapat berjalan dengan baik. Penelitian ini dikhususkan pada area morfologi *urban* dan rural *residential* agar menjadi wilayah yang

memiliki *performa digitalization* yang “*Low Cost*”. Dimana unsur indikator parameter berikutnya adanya *modelling* peletakan *gateway LoRa* dengan *smart meter digital* dan bagaimana *effectiveness* di lihat dari sisi market business untuk menerapkan teknologi yang di kategorikan masih baru dan kualitas layanan yang prima [6].

1.2 Rumusan Penelitian

Rumusan masalah dari latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimana penggunaan metode *machine learning* pada penderian STO dan tower gateway LoRa sehingga dapat di hasilkan konfigurasi yang optimal
2. Bagaimanakah modelling pemasangan STO dan tower gateway LoRa sehingga di hasilkan konfigurasi pemasangan yang optimal

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari Penelitian ini adalah untuk memperkenalkan model spasial dan machine learning baru untuk memprediksi optimalisasi penempatan STO dan tower gateway LoRa berdasarkan *factor supply* dan *demand*. Tujuan spesifik dari Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengusulkan penempatan gateway LoRa yang optimal dengan memperhatikan *factor supply* dan *demand* berdasarkan *capacity* dan *coverage area*
2. Untuk menerapkan machine learning dan data spasial dengan memperhatikan beberapa spesifikasi teknis di LoRa seperti : *transmit power*, *path loss*, *spreading factor*, *data rate*, dan *duty cycle*

1.4 Kontribusi dan Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi *modelling* yang optimal dalam pemasangan gateway LoRa di PT. Telkom
2. Keterbaruan dari penelitian ini adalah penggunaan machine learning dalam penentuan posisi gateway LoRa dengan memperhitungkan variabel *supply* dan *demand* dan spasial dengan *machine learning*
3. Dari hasil yang di usulkan di harapkan dapat memberikan hasil yang optimal

terhadap pemasangan STO dan Tower gateway LoRa sehingga akan timbul kebijakan dalam pengembangan jaringan Lora

4. Dengan pemasangan yang optimal di harapkan tidak terjadinya kehilangan *sinyal* dalam penggunaan *smart meter digital*

1.5 Batasan Masalah

1. Daerah penelitian pengelaran STO dan Tower gateway LoRa di daerah urban dan rural residensial di kota Jakarta dan Purwokerto
2. Referensi untuk perhitungan factor *supply* dan *demand* adalah ketersediaan STO dan Tower gateway LoRa milik PT. Telkom dan *smart meter digital* milik PT. PLN

BAB II

TELAAH PUSTAKA

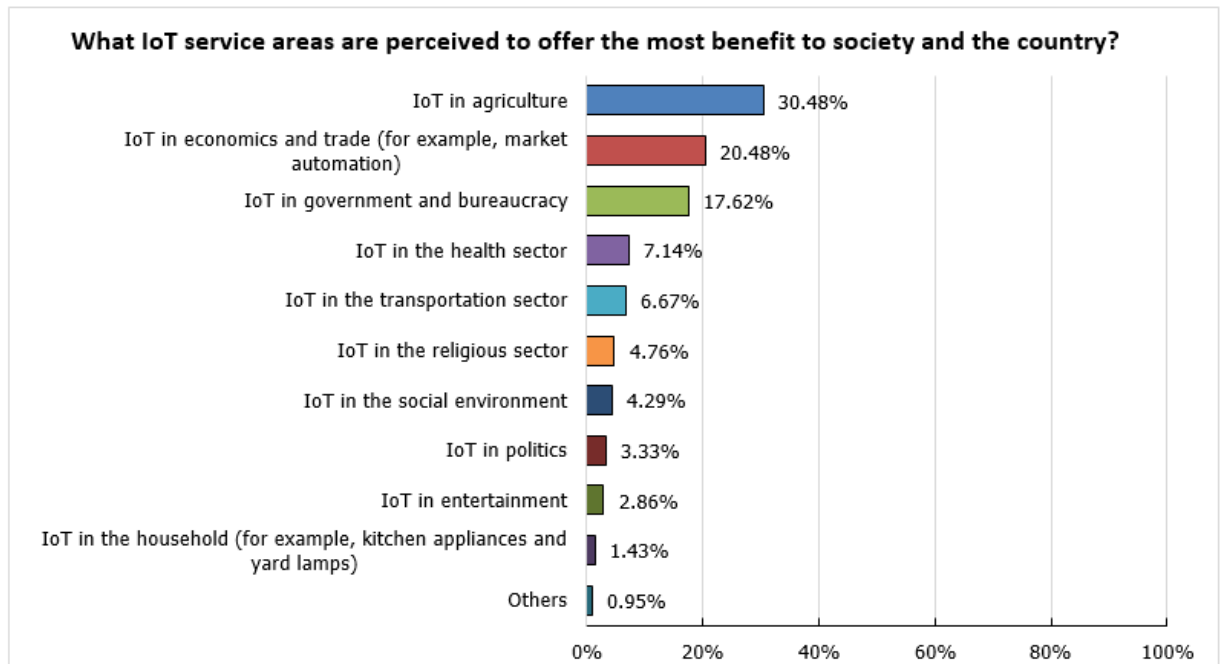
2.1. Kebutuhan Internet of Things di Indonesia

IoT (*Internet of Things*) merupakan suatu rancangan atau suatu konsep dari perangkat suatu benda atau beberapa benda yang dapat mempermudah aktivitas penggunaannya dengan melakukan transfer data melalui jaringan dengan mengurangi atau tanpa bantuan manusia secara konvergensi menggunakan teknologi nirkabel, *microelectromechanical system*, dan internet, yang mampu menghubungkan *device* dan memungkinkan pengguna melakukan komunikasi secara *real time*. IoT berperan dalam komunikasi sistem digital dengan adanya komputasi berbiaya rendah sehingga dunia dapat saling terhubung, sistem digital mampu memantau, merekam dan memonitoring, dan menyesuaikan seluruh interaksi sehingga memperoleh *insight* berbasis data agar dapat membantu mengelola bisnis secara baik, dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasi pada bisnis, membuat model bisnis dan meningkatkan efisiensi waktu yang lebih cepat agar mendapatkan *value* yang lebih berharga.

Ada banyak teknologi nirkabel yang dapat di gunakan untuk menghubungkan perangkat IoT ke internet, yaitu dengan :

- Komunikasi nirkabel jarak pendek (*Bluetooth, wifi*)
- Komunikasi seluler (2G, 3G, 4G dan 5G)
- Komunikasi LPWan (LoRa, NB-IoT, Sigfox)

Berdasarkan hasil *survey* dan analisa bahwa pasar IoT sangat strategis dan prospek nya bagus untuk di implementasikan di Indonesia. Indonesia yang terdiri dari 13.000 kepulauan dan berdasarkan data di tahun 2015 bahwa tingkat populasi penduduk sekitar 54 % tinggal di daerah *urban* dan di prediksi pada tahun 2050 akan meningkat menjadi 67 % dan 33 % di daerah *rural* [Population of Indonesia - Demographic Composition | Indonesia Investments \(indonesia-investments.com\)](#)



Gambar 2.1 Kebutuhan IoT di Indonesia [7]

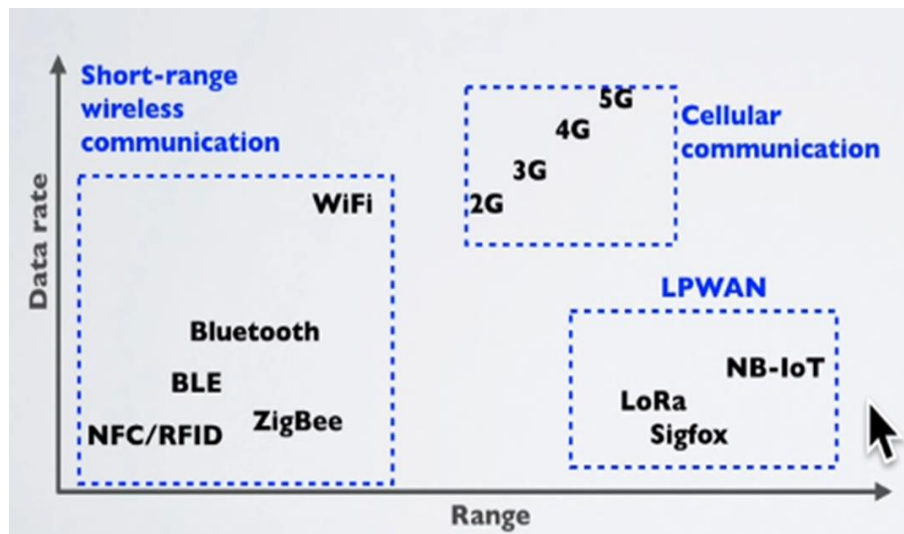
Pada Gambar 2.1 menggambarkan hasil prosentase kebutuhan internet of things di Indonesia

2.2. LoRa (*Long Range*)

LoRa merupakan modulasi spectrum spread eksklusif dari Semtech. LoRaWAN merupakan LoRa default protocol medium access control (MAC) yang pada umumnya di gunakan di Jaringan LoRa.

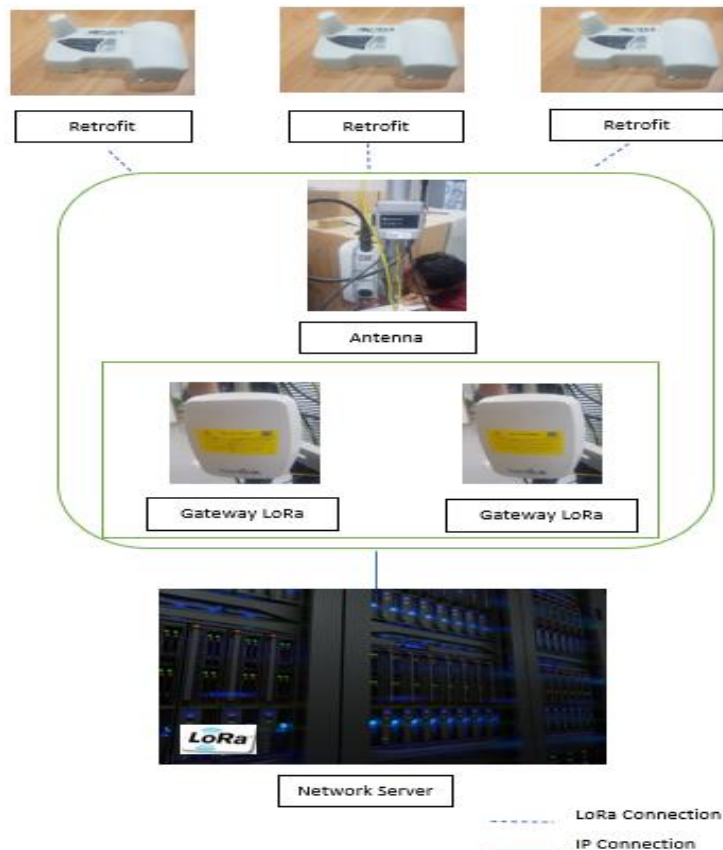
Overview LoRa

LPWAN yaitu jenis komunikasi nirkabel yang dirancang untuk mengirim paket data kecil dengan jarak yang cukup jauh dan dapat beroperasi dengan daya berupa baterai dalam waktu yang lama. Ada sejumlah teknologi yang bersaing di ruang LPWAN seperti: Narrowband IoT (NB-IoT), Sigfox, dan LoRa. LoRaWAN adalah Protokol Komunikasi IoT berbasis komunikasi LoRa yang disepakati oleh Lora Alliance dan LoRa adalah Teknik Modulasi komunikasi nirkabel berbasis Teknik CSS (*Chirp Spread Spectrum*) yang di akuisisi oleh Semtech. Jaringan LoRa (*Long Range*) berperan penting dalam mendukung pengembangan IoT dengan berdaya rendah dan jangkauan komunikasi mencapai luas 15 km dan bergantung kepada *traffic end device* pada kawasan tersebut. Dalam proses pengiriman data LoRa tertuju kepada *server* terdapat *gateway* yang berfungsi sebagai *path* yang mengirika data berawal dari *end device*.



Gambar 2.2 : Persaingan teknologi dalam LPWAN

LoRa yang merupakan perangkat di bangun oleh *Cycleo of Grenoble* (Perancis), kemudian di akusisi oleh *Semtech* pada tahun 2012. *LoRa physical layer protocol* berfungsi pada frekuensi sub-GHz pada pita frekuensi 433-, 868-, 915-, 923- MHz, bergantung pada regulasi di setiap negara, di Indonesia Permenkominfo Nomor 1 Tahun 2019, dan mengikuti standar frekuensi LoRA yang di tetapkan oleh LoRa Alliance untuk kawasann Asia yaitu oada frekuensi 923 – 925 MHz (AS923). LoRa memiliki kemampuan komunikasi jarak jauh berdaya rendah dengan keterbatasan transmisi 0.3 – 50 kbps, dan LoRa sangat cocok untuk transmisi data sensor seperti sensor pada *smart building*, *smart meter digital*, *smart water*, *smart door*, *sensor parking*, *temperature* dan *humidity*.



Gambar 2.3: Topologi *gateway* LoRa

Pada Gambar 2.2, merupakan *topologi gateway LoRa* yang di konfigurasi dan *setting* sehingga dapat mengirimkan paket data ke *server* yang dapat meningkatkan kecepatan kinerja dalam penerimaan dan transmisi data menggunakan parameter *transmission power*, *bandwidth*, *spread factor*, dan *coding rate*.

Overview LoRaWan

Ada beberapa komponen yang di definisikan dalam membentuk jaringan LoRaWan:

- End device: Sensor komunikasi gateway LoRa berdaya rendah dengan menggunakan Modul LoRa iM980A-L
- Gateway LoRa: Perangkat yang dapat meningkatkan *trougput* yang lebih besar, dalam penelitian ini menggunakan kerlink 8 kanal Wirnet Station 923
- Network Server : Perangkat yang memiliki tanggung jawab dalam pengiriman paket data dalam decoding paket
- Bit Rate : jalan perubahan bit dalam per satuan waktu dalam *bps (bit per second)*, menghitung bit rate

Transmission Parameters

Perangkat LoRa dapat di konfigurasi menggunakan *Transmission Power*, *Carrier frequency*, *Spreading Factor*, *Bandwidth*, dan *coding rate* untuk mengetahui kinerja dan pemanfaatan penggunaan energi [8]

Tabel 2. 1. Parameter LoRa [9]

Setting	Kapasitas	Dampak
Bandwidth	125 – 500kHz	Jika jangkauan bandwidth tinggi maka akan menjangkau data rates 1 kHz = 1 kcps
Spreading Factor	7-12 symbols	<i>Spreading factor</i> dapat meningkatkan kebisingan dalam pengiriman paket data
Coding Rate	4/4 – 4/8	<i>Coding rate</i> yang besar dapat meningkatkan <i>interferensi</i>
Transmission Power	-4 – 20 dBm	Transmission power yang meningkat terhadap <i>signal to noise ratio</i>
Carrier frequency	136 MHz – 1020 MHz	Kisaran <i>carrier frequency</i>

Pada tabel 2.2 menjelaskan parameter LoRa. *Transmission power* (TP) pada LoRa bisa di sesuaikan dari -4 dBm ke 20 dBm, dalam 1 langkah dB. Namun batas penerapan berada pada kisaran 2 dBm – 20 dBm dan keterbatasan TP dari 17 dBm hanya menggunakan *duty cycle* 1 % pada saat di gunakan. *Spreading Factor* (SF) penyebaran yang dapat meningkatkan kebisingan dalam pengiriman paket data dengan factor penyebaran yang lebih tinggi yaitu *Signal to Noise Ratio* (SNR), persymbol dengan 2^{SF} . Di simulasikan dengan contoh SF 12 dengan menggunakan 4096 *chips* yang di gunakan, setiap SF membagi ke dalam level *transmission duration* dan *consumption energy* sehingga di pilih antara 7 – 12 [10]. *Bandwidth* merupakan lebar frekuensi pada pita tranmisi, *bandwidth* yang lebih tinggi akan memberikan tingkat data yang lebih tinggi. *Bandwidth* yang lebih rendah memberikan sensitivitas yang lebih tinggi pada kecepatan data lebih rendah. LoRa beroperasi pada Jaringan 500 kHz, 250 kHz, dan 125 kHz (BW 500, BW 250, BW 125). *Coding rate* (CR) di gunakan oleh LoRa untuk menawarkan perlindungan terhadap semburan *interferensi* dan dapat di atur di 4/5, 4/6, 4/7, atau 4/8, dimana CR yang lebih tinggi menawarkan lebih banyak perlindungan, tetapi meningkatkan *air time*. CR yang berbeda namun CF, SF dan BW yang sama, masih bisa berkomunikasi satu sama lain jika menggunakan *header explicit*, CR *payload* di simpan dalam *package header* dengan kode 4/8 [11][12][10].

Di dalam teknik modulasi LoRaWan menggunakan *Chirp Spread Spectrum* (CSS), yang di peroleh dari frekuensi yang terpancar secara terus menerus, yang dapat mengakomodir banyak pengguna dalam satu waktu secara simultan. CSS setara dengan *bandwidth* dan sinyal termulasi LoRa. Dimana CSS adalah teknik modulasi yang akurat.

Persamaan berikut merupakan hubungan antara *bit rate*, *chip rate*, dan *symbol rate of LoRa modulation*.

Berikut ini merupakan formula/persamaan yang menjelaskan hubungan antara bit rate, chip rate, dan symbol rate dari modulasi LoRa.

$$R_b = SF \times \left(\frac{1}{\left\lceil \frac{2^{SF}}{BW} \right\rceil} \right) \text{ bits/sec}$$

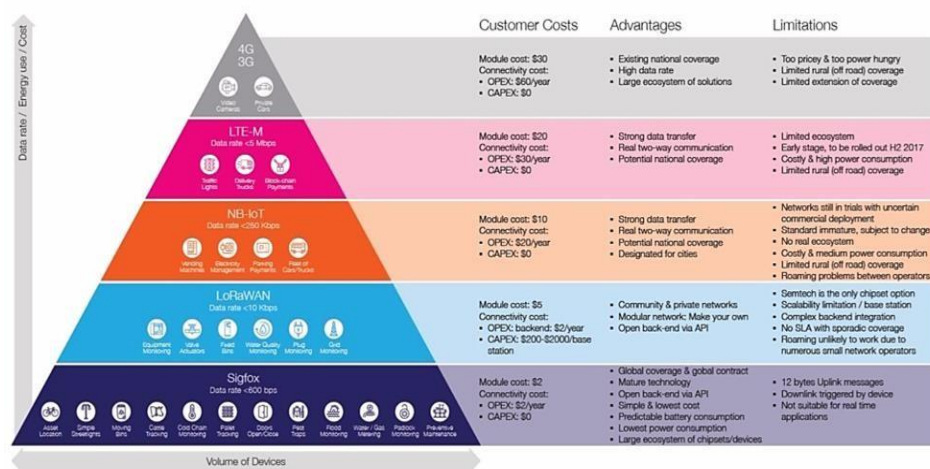
di mana :

SF = Spreading Factor

BW = Bandwidth of modulation

Lorawan Channel

Berikut adalah saluran komunikasi yang merupakan variable berupa *customer cost*, *advantages* dan *limitation* yang akan di kaji oleh peneliti

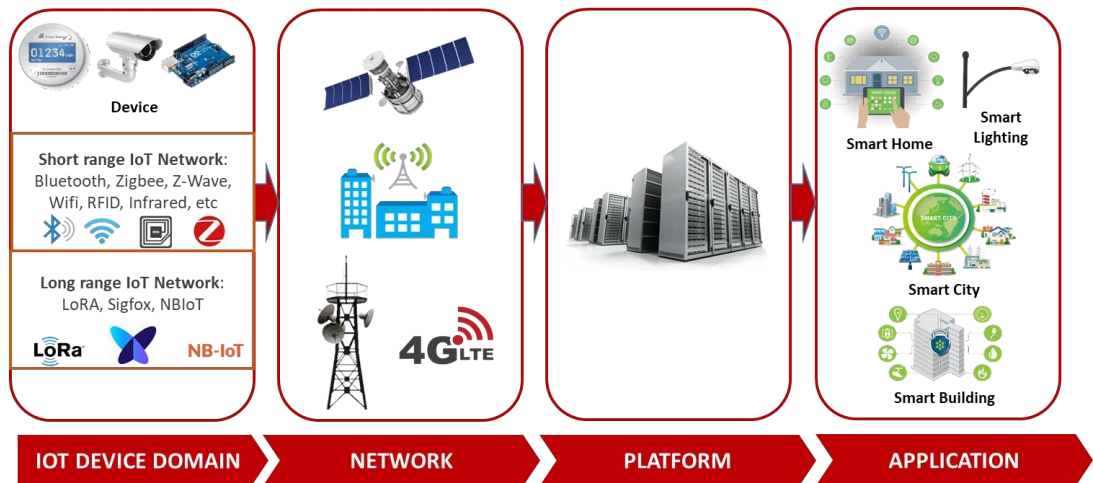


Gambar 2.4: LoRaWAN Channel

Pada gambar 2.4 menggambarkan saluran frekuensi berdasarkan biaya pelanggan, kelebihan dan keterbatasan

Lora Architecture

Berikut adalah gambar dari Internet of Things (IoT) Architecture :



Gambar 2.5 . IoT Architecture

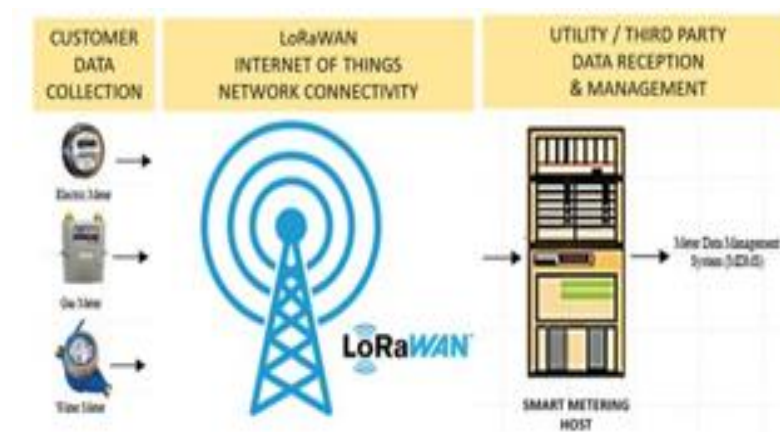
Internet of things (IoT) Architecture merupakan pengembangan yang di dukung dari kolaborasi penggunaan *device* yang di transmisikan menggunakan jaringan STO dengan rangkaian platform yang dapat di implementasikan ke kebutuhan user. IoT Architecture ini merupakan rangkaian pentingnya pengembangan LoRa secara massif di Indonesia agar pemerataan jaringan komunikasi bisa di transmisikan secara teresterial di kabupaten Jabodetabek .

Connectivity

Berikut adalah gambaran dari data yang akan di kaji untuk melakukan klasifikasi terhadap existing site atau pun perencanaan pola site yang akan di optimalisasi

LoRaWAN Channel/Activation Settings		
Name	Customer Requirements	Notes
I. Frequency Plan		Options: a. AS923 b. US915 (Please specify the default uplink frequencies required in section II) c. EU868 d. AU915 (Please specify the default uplink frequencies required in section II) e. KR923 f. 8685 g. CN470 (Please specify the default uplink/downlink frequencies and the SF of RX2 required in section II) h. One device supports one Frequency Plan only.
II. Default Uplink/Downlink Channel Frequencies for	US915	Options: a. Factory default: 902.3MHz, 902.5MHz, 902.7MHz, 902.9MHz, 903.1MHz, 903.3MHz, 903.5MHz, 903.7MHz, 903.9MHz (@9M/500) b. Please list all frequencies the devices should be on
	AU915	Options: a. Factory default: 916.8MHz, 917.0MHz, 917.2MHz, 917.4MHz, 917.6MHz, 917.8MHz, 918.0MHz, 918.2MHz, 917.5MHz (@9M/500) b. Please list all frequencies the devices should be on
	Default Uplink/Downlink Channel Frequencies and the SF of RX2 for	Options: a. Factory Default: 1) Uplink: 470.3MHz, 470.5MHz, 470.7MHz, 470.9MHz, 471.1MHz, 471.3MHz, 471.5MHz, 471.7MHz 2) Downlink: 500.3MHz, 500.5MHz, 500.7MHz, 500.9MHz, 501.1MHz, 501.3MHz, 501.5MHz, 501.7MHz 3) RX2: 516.3MHz SF12 b. Please list all Uplink/Downlink frequencies the devices should be on and specify the SF of RX2.
III. Activation Mode		Options: a. OTAA (Over-The-Air Activation) b. ABP (Activation by Personalization) c. One device supports one Activation Mode only.
IV. Commissioning Info		If the Activation Mode is OTAA, options for the JoinMode/CommissionInfo (APPKEY and APPEUI): a. Assigned by Manufacturer b. Other values - please specify 1) APPKEY 2) APPEUI If the Activation Mode is ABP, options for the JoinMode/CommissionInfo (NetWorAddr, NWKKEY, APPKEY): a. Assigned by Manufacturer b. Other values - please specify 1) NetWorAddr 2) NWKKEY 3) APPKEY

Gambar 2.6. Connectivity



Gambar 2.7 . Connectivity

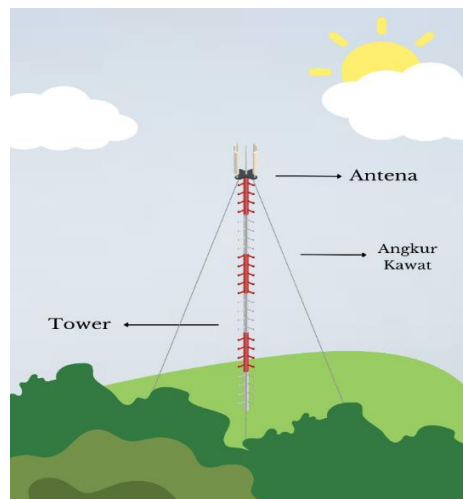
Pada Gambar 2.67 terlihat bagaimana arsitektur dari *connectivity* LoRa yang mana di himpun menggunakan *LoRaWan* dari *smart meter digital* yang memiliki *connectivitas* LoRa.

2.3. Jenis Menara Telekomunikasi

Untuk menganalisa STO di butuhkan tower, dimana ketinggian tower disesuaikan dengan kebutuhan di lingkungan sekitar. Jenis tower dan operasionalnya dapat di klasifikasikan berdasarkan :

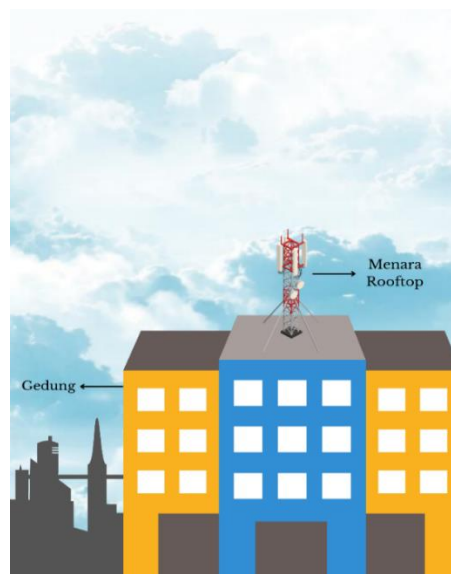
a. Tempat tower itu di tempatkan :

1. *Greenfield* : merupakan antenna tower yang menjulang dan memiliki ketinggian 100 m dari permukaan air laut. Dimana antenna ini sebagai *receiver* dan *transmitter* yang berguna sebagai *reflector* membantu dan memfokuskan sinyal



Gambar 2.8 : *Greenfield Tower*

2. *Roof top* : merupakan antenna yang di desain dan di tempatkan dengan menunmpang di atas sebuah *building* dan fungsinya juga merupakan sebagai *reflector* yaitu sebagai *receiver* dan *transmitter*.

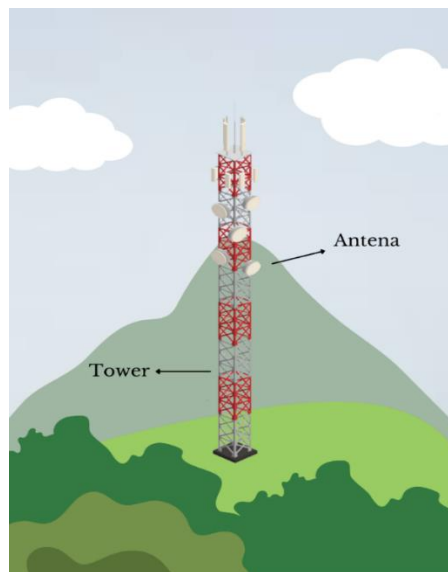


Gambar 2.9 : *Roof top Tower*

b. Struktur bangunan tower, meliputi :

3. *Self supporting tower* : tower yang berdiri sendiri dan memiliki struktur dari kerangka baja dan memiliki empat kaki (*retangular tower*) atau memiliki kaki tiga (*triangular tower*), dimana *tower* ini memiliki fungsi :

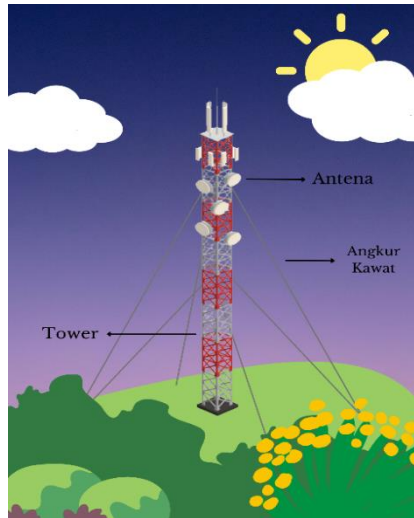
- Komunikasi bergerak seluler di daratan, melingkupi teknologi GSM dan CDMA
- Komunikasi *node to node*
- *Live streaming television*
- *Live streaming radio*



Gambar 2.10 *Self Supporting Tower*

4. *Guyed tower* : tower kerangka baja yang memiliki susunan rangka baja dengan penampang lebih kecil dari *self supporting tower*, dan dapat kokoh berdiri dengan bantuan kabel yang di pada tanah, dan tower ini memiliki fungsi :

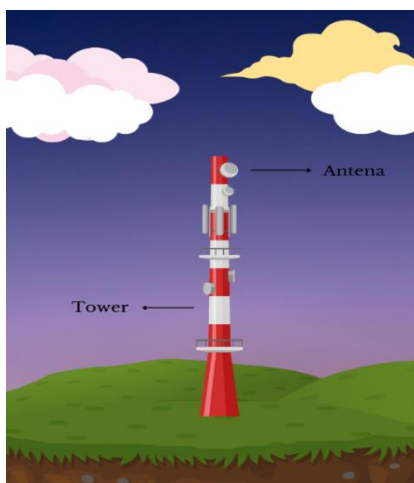
- Komunikasi berpindah di daratan, melingkupi teknologi GSM dan CDMA
- Komunikasi *node to node*
- *Live streaming television*
- *Live streaming radio*



Gambar 2.11 *Guyed Tower*

5. *Monopole tower* : tower yang hanya terdiri dari satu rangka tiang, dimana posisi *tower* tancapkan langsung ke tanah dan tidak dapat di dirikan di atas bangunan, dimana *monopole tower* terbagi atas berpenampang lingkaran (*circular pole*) dan berpenampang persegi (*tapered pole*), dan tower ini memiliki fungsi :

- Komunikasi berpindah di daratan, melingkupi teknologi GSM dan CDMA
- Komunikasi *node to node*
- *Network* telekomunikasi nirkabel
- *Network* transmisi
- Komunikasi radio gelombang mikro



Gambar 2.12 *Monopole Tower*

2.4. Geographical Information System

Terdapat sejumlah cara untuk mendefinisikan makna GIS. Sebagian besar definisi GIS difokuskan pada dua aspek sistem: teknologi dan sebagai *problem solving*. Pendekatan teknologi mendefinisikan GIS sebagai sebuah *tool* atau *input* untuk penyimpanan dan pengambilan data, manipulasi dan analisis output data spasial. Cowen (1998) menyebutkan bahwa GIS merupakan sebuah sistem pendukung keputusan (*decision support system*) yang melibatkan integrasi data yang direferensikan secara spasial sebagai lingkup *problem solving*. Dalam GIS, realitas direpresentasikan sebagai serangkaian fitur geografis yang didefinisikan menurut dua elemen data. Elemen data geografis (disebut juga unsur lokasi) digunakan untuk menyediakan referensi bagi elemen data atribut (juga disebut statistik atau non- lokasi). Misalnya, batas administrasi, jaringan sungai dan titik lokasi suatu objek adalah fitur atribut geografis. Dalam GIS, unsur geografis dipandang sebagai lebih penting daripada unsur elemen atribut dan hal itu adalah salah satu fitur kunci yang membedakan GIS dari sistem informasi lainnya (Maguire & Goodchild, 1991). Istilah “ruang” dan “geografis” sering digunakan secara bergantian untuk menggambarkan fitur geografis. Spasial merujuk pada jenis informasi tentang lokasi dan dapat mencakup hal-hal teknik, penginderaan jarak jauh serta informasi kartografi. Dapat diartikan bahwa GIS (*Geographical Information System*) merupakan sistem yang memiliki kemampuan dalam menjawab baik pertanyaan spasial maupun pertanyaan non- spasial beserta kombinasinya (*queries*) dalam rangka memberikan solusi-solusi atas permasalahan keruangan. Sehingga sistem ini memang sengaja dirancang untuk mendukung berbagai analisis terhadap informasi geografis (Prahasta, 2009). Dalam hal ini, pertanyaan spasial merupakan pertanyaan yang ditujukan dengan melibatkan koordinat geografis meliputi koordinat bujur dan lintang. Sedangkan pertanyaan non-spasial merupakan pertanyaan yang timbul dengan mempertimbangkan atribut (keterangan) yang melekat pada unsur geografis yang diteliti meliputi kode pos, vegetasi, populasi, dll. GIS mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisa, dan akhirnya memetakan hasilnya. GIS tidak hanya dapat digunakan untuk memproduksi dan mengolah peta secara otomatis, tetapi memiliki kapasitas unik dalam mengintegrasikan dan menganalisis kumpulan multi-data sumber spasial seperti data penduduk, topografi, hidrologi, iklim,

vegetasi, jaringan transportasi dan sarana umum (Martin, 1991). Data yang diolah pada GIS adalah data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai dasar referensinya. Sehingga aplikasi GIS dapat menjawab beberapa pertanyaan seperti lokasi, kondisi, tren, pola dan pemodelan.

2.5. Facility Location

Pengambilan keputusan terkait suatu lokasi dengan cara tradisional biasa dilakukan dengan berfokus pada aspek ekonomi dari fasilitas lokasi tersebut. Hanya saja, seiring dengan peningkatan terhadap minat pembangunan berkelanjutan, pengambilan keputusan terkait lokasi tersebut turut mencakup aspek konsekuensi lingkungan dan sosial. Tidak hanya industri dan pemerintah saja yang terlibat dalam aspek tersebut, melainkan masyarakat umum turut berperan penting dalam menuntut fasilitas yang memenuhi tujuan sosial lingkungan dengan lebih kompleks. Karena itulah, banyak sekali persyaratan yang harus terpenuhi dalam upaya pengambilan keputusan lokasi. Lokasi fasilitas, yang biasa disebut sebagai analisis lokasi, merupakan sebuah konsep yang membingkai suatu masalah terkait operasi lokasi fasilitas berkelanjutan. Penelitian terkait lokasi fasilitas akan dilakukan dengan meninjau seluruh aspek berkelanjutan dari suatu lokasi masalah, kemudian menentukan area potensial yang signifikan demi keberlangsungan jalannya penelitian dengan memunculkan dan mengembangkan berbagai model lokasi yang mampu memenuhi kebutuhan di masa mendatang. Implementasi dari penerapan lokasi fasilitas terhadap suatu masalah yang ada ini dapat membantu dalam memberikan keputusan terkait upaya yang harus dilakukan untuk meningkatkan ekonomi, fasilitas sosial, dan lain-lain sesuai dengan kondisi lokasi tertentu.

Berkaitan dengan lokasi fasilitas tersebut, pengembangan yang selanjutnya dikenal sebagai lokasi fasilitas berkelanjutan kemudian meninjau secara ketat terkait masalah lokasi di mana karakteristik dari keberlanjutan suatu model lokasi fasilitas diidentifikasi, sehingga dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut berdasarkan kerangka kerja yang dihasilkan. Aspek-aspek terkait masalah lokasi fasilitas tersebut kemudian direpresentasikan pada Gambar 1.



Gambar 2.12. Karakteristik Model Lokasi Fasilitas Berkelanjutan

2.6. Spatial Multicriteria Decision Analysis

Proses analisis spasial merupakan suatu proses yang melibatkan sejumlah perhitungan dan evaluasi logika (matematis yang di lakukan dalam rangka mencari atau menemukan pola atau potensi hubungan yang mungkin yang terdapat pada unsur – unsur geografis (Prahasta, 2009). analisis spasial digunakan untuk menganalisis data spasial dan outputnya bergantung pada lokasi objek yang bersangkutan serta memerlukan akses yang cukup terhadap lokasi objek amatan. Analisis spasial ini merupakan representasi dari model yang merupakan penyederhanaan fenomena kompleks yang terjadi di dunia nyata. Layer data raster memiliki struktur matriks atau susunan piksel-piksel yang membentuk suatu grid (segi empat) yang berrguna untuk menampilkan, menempatkan dan menyimpan konten data spasial. Dengan kata lain, model data raster dapat memberikan informasi spasial mengenai dunia nyata melalui sel-sel grid yang homogen. Susunan piksel di dalam layer tersebut mendeskripsikan banyak atribut (keterangan) pada tiap lokasi piksel. Piksel disusun dalam baris dan kolom dalam suatu matriks kartesian seperti pada Gambar 2.2 (Faisol & Indarto, 2012). Baris menyatakan sumbu X dan kolom menyatakan sumbu Y. Setiap sel yang terdapat pada setiap layer data raster memiliki nilai yang menggambarkan kelas, kategori atau kelompok seperti jalan, jenis pemukiman, peruntukan lahan (*land usage*), kualifikasi area.

Terdapat dua jenis model dalam melakukan analisis spasial yaitu *representation model* dan *process model* (McCoy & Johnston, 2001). *Representation model* merupakan model yang bertujuan menggambarkan objek- objek yang ada di permukaan bumi dengan mengolah layer data melalui *tool GIS (Geographical*

Information System). Model representasi memberikan fungsi untuk menangkap dan menyatakan hubungan spasial antara satu objek (contoh: gedung bertingkat) dengan objek lain (contoh: lokasi persebaran gedung) pada permukaan bumi. Sedangkan model proses berfungsi untuk memberikan gambaran interaksi antar obyek yang dimodelkan pada model representatif. Model proses dapat pula digunakan untuk memprediksi apa yang akan terjadi akibat dari sebuah fenomena tertentu. Terdapat banyak macam model proses yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai problem dunia nyata seperti

- Optimalisasi
- Pemodelan jarak
- Pemodelan hidrologi
- Pemodelan pemukiman

2.7. Machine Learning

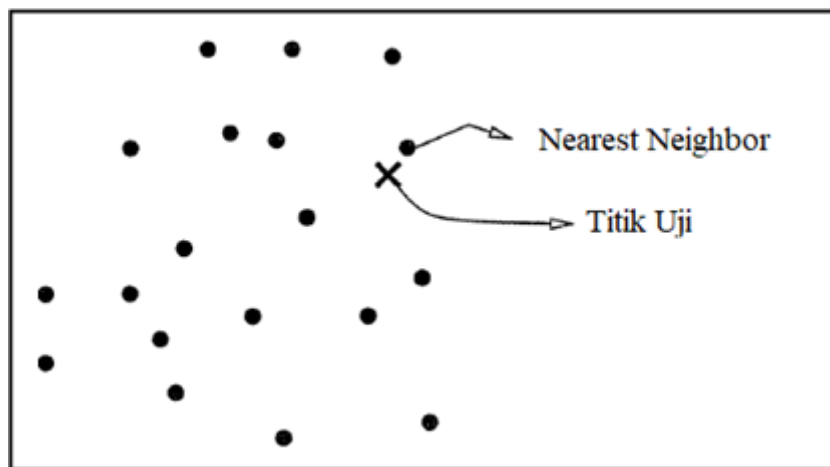
Machine Learning adalah instruksi pembelajaran yang dilakukan oleh komputer tidak secara *eksplisit* berdasarkan pengalaman yang dapat meningkatkan kinerja berdasarkan tugas yang telah selesai. *Machine Learning* merupakan suatu sistem yang menyesuaikan kemampuan manusia untuk pembelajaran dan merupakan salah satu cabang ilmu dari *artificial intelligence* yang dapat menemukan pola atau fitur dari data yang disajikan dengan bertujuan meningkatkan efisiensi dengan meningkatkan kinerja mesin atas input data. Proses pembelajaran yang dimulai dengan pengamatan langsung atau berdasarkan instruksi.

Berbeda dengan metode *artificial intelligent*, *machine learning* berusaha menemukan pola secara otomatis dari himpunan data dengan pendekatan berdasarkan *supervised learning*, *unsupervised learning*, *reinforcement learning*. Dapat menggunakan teknik dan metode menggunakan pendekatan *supervised learning* jika data dalam himpunan berjumlah besar memiliki label kelas, dapat juga menggunakan *unsupervised learning* jika data yang berada dalam himpunan tidak memiliki label kelas, dan jika menghadapi kendala yaitu belum memiliki data latihnya dimana berakibat tidak dapat menggunakan *augmentasi data* maka dapat menggunakan pendekatan *reinformance learning*, yaitu dengan belajar dari

interaksik terhadap lingkungannya sehingga dapat dengan mandiri menemukan data – data untuk di pelajari.

K-NN

K-NN (Larose, 2005) (Saini, Singh, & Khosla, 2013) (Beyer, Goldstein, Ramakrishnan, & Shaft, 1999) adalah metode klasifikasi yang bekerja dengan cara mencari kumpulan objek k dalam data *training* yang berada paling dekat dengan datum tes. Data *training*, jarak kemiripan, dan nilai k (jumlah dari *nearest neighbors*) adalah tiga elemen penting dalam algoritma kNN. Model matematika algoritma kNN dalam menentukan *similarity* atau kemiripan antara data uji (*testing data*) dengan data latih (*training data*)



Gambar 2. Titik uji dan *nearest neighbor*
Sumber: Beyer et al, 1999

Algoritma *K-Nearest Neighbour* merupakan salah satu teknik data mining yang sering diimplementasikan dalam suatu penelitian, sebab algoritma tersebut dapat melakukan suatu set pelatihan pada suatu data yang sedang dilakukan prediksi, sehingga fitur dan atribut yang hadir di dalamnya pun memiliki kemampuan yang sama dengan teknik data mining lainnya. Implementasi *K-Nearest Neighbour* memiliki proses penyelesaian dengan persamaan yang kompleks dan berfokus pada korelasi tiap data berdasarkan karakteristik yang ada. Implementasi *K-Nearest Neighbour* dipilih dari set pelatihan yang nantinya dapat diaplikasikan untuk menentukan kinerja terkait hasil prediksi. Karena itu, prediksi mengenai titik pusat baru dari suatu pengelompokan *K-Nearest Neighbour* dapat ditentukan. Selain itu, dalam implementasinya, algoritma *K-Nearest Neighbour* juga menghitung jarak

antara set data pelatihan serta melakukan pengujian atas data tersebut, di mana ia mengaplikasikan teori Jarak Euclidean. Adapun rumus perhitungan Jarak Euclidean tersebut adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

di mana,

$d(x,y)$: jarak antara data pada titik x dan y

x : pusat kluster (titik data pertama)

y : data dari n (titik data kedua)

n : jumlah dari atribut n

Aturan Klasifikasi

Analisis klasifikasi digunakan untuk memprediksi pola yang tidak berlabel dari pola yang diketahui [6, 17]. Metode yang akan kita fokuskan untuk aturan klasifikasi adalah pohon keputusan seperti algoritma C4.5 karena ini adalah metode yang lebih populer digunakan. Algoritma decision tree akan menghasilkan pohon yang memodelkan struktur hubungan variabel yang digunakan. Pohon ini akan dapat menggambarkan aturan prediksi dalam bentuk jika x maka hasil y [15]. Cara lain untuk menjelaskan penggunaan model pohon keputusan adalah ia akan menghasilkan prediksi dengan mulai dari daun pohon dan mengikuti cabang (kondisi) kembali ke akar (hasil) [17].

K – MEANS Clustering

K-Means Clustering merupakan suatu metode analisis data berbasis data mining yang melakukan pemodelan suatu data tanpa pengawasan di mana pengelompokkan data tersebut dilakukan dengan sistem partisi. Implementasi metode *K-Means* membantu dalam mengklasifikasikan suatu data ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki karakteristik serupa. Dalam implementasinya, algoritma *K-Means* memerlukan parameter input sebanyak k untuk kemudian membaginya ke n -objek dan k -kluster sehingga nantinya akan terbagi kluster-kluster dengan tingkat kemiripan yang tinggi maupun rendah. Kemiripan suatu kluster diukur dari

kedekatan tiap objek dengan nilai rata-rata pada kluster di mana ia berada, yang kemudian biasa disebut sebagai kluster sentroid atau pusat massa.

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam mengimplementasikan algoritma K-Means:

- a. Pilih jumlah kluster k .
- b. Inisialisasi pusat kluster dengan mendefinisikan pusat kluster yang ditentukan melalui perhitungan nilai rata-rata dari data anggota kluster.
- c. Alokasikan semua data atau objek ke kluster terdekat. Jarak antar data ditentukan berdasarkan posisi kedua benda, di mana kedekatan suatu data dengan kluster tertentu ditentukan berdasarkan jarak antar data dan pusat kluster. Pada tahap ini, perlu dilakukan perhitungan jarak terhadap setiap data ke pusat kluster. Perhitungan jarak semua data ke pusat kluster dapat dilakukan dengan menggunakan teori Jarak Euclidean.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

di mana,

$d(x,y)$: jarak antara data pada titik x dan y

x : pusat kluster (titik data pertama)

y : data dari n (titik data kedua)

n : jumlah dari atribut n

- d. Hitung ulang pusat kluster dengan anggota kluster dengan menggunakan teori median dari kluster, selain mengimplementasikan teori mean.
- e. Ulangi proses ketiga dengan menugaskan setiap objek ke pusat kluster yang baru. Jika masih terdapat perubahan, maka terus ulangi langkah ketiga dan seterusnya tersebut. Apabila pusat kluster telah memiliki nilai yang sama atau tidak lagi mengalami perubahan, maka proses *clustering* telah selesai.

2.8. Konsep Trafik

Informasi yang berpindah dari satu *node* ke *node* yang berbeda melalui Jaringan telekomunikasi di kenal dengan istilah *traffic* dimana terdapat standar ukur berdasarkan satuan waktu yang di kenal dengan kanal, dan memiliki dimensi volume dari jumlah waktu penempatan pada lintasana telekomunikasi. Dimana

$$A = \frac{V}{T}$$

Dimana :

A = Intensitas *traffic* (Erlag)

V = Volume *traffic* atau waktu pendudukan persatuan waktu

T = Periode waktu pengamatan

Dan *Traffic* berfungsi untuk dapat melakukan pemantauan dalam hal ini *Network performance* dan *quality of services* (QoS).

2.9. Morfologi Area

Morfologi area di dalam penggolongan pada suatu Kawasan berdsarkan kepadatan penduduk, perilaku penduduk dan kondisi lingkungan

Morfologi area terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

- a. Urban, salah daerah pusat kota, baik itu kota metropolis atau dapat di katakana sebagai kota yang memiliki kerapatan gedung – gedung tinggi, dan kepadatan penduduk yang tinggi dan perekonomian yang heterogeny
- b. Sub urban, merupakan daerah peralihan antara kota dan desa yang di tandai dengan jumlah bangunannya yang dimulai banyak jumlah popupasi pennduduknya.
- c. Rural, daerah yang di tandai dengan bangunan yang sedikit dan jarang, banyak di temui alam terbuka dan hutan.

Dalam penelitian ini penulis melakukan literature review dan analisa bibliometriks terhadap publikasi ilmiah untuk memahami dan mengetahui akan perkembangan pengetahuan dengan kata kunci *optimisation smart meter gateway LoRa*, interaksi spatial, dari kurun waktu 2018 – 2021 agar di ketahui pemetaan riset dan keterbaruan di masa yang akan datang.

2.10. Smart Meter

Konsumsi listrik nasional sepanjang Januari – September 2021 meningkat sebanyak 2.6 juta pelanggan menjadi 81.6 juta pelanggan, pencapaian ini juga meningkatkan volume penjualan listrik naik 4.4 persen menjadi 189.7 tWh hingga kuartal III 2021 (*year on year*). Hal ini berdasarkan strategi yang dilakukan PLN (*Perusahaan Listrik Negara*) sebagai bentuk dukungan dalam mengerakkan perekonomian menghadirkan listrik di kegiatan – kegiatan *produktif* dan daya guna di *rumah tangga*.

Berikut ini merupakan data terkait pelanggan listrik PLN berdasarkan jumlah kepala keluarga di DKI Jakarta pada tahun 2019 dan 2020.

Tabel 2.1. Data Pelanggan Listrik PLN Berdasarkan Jumlah Kepala Keluarga di DKI Jakarta Tahun 2019 dan 2020.

No	Nama Distrik	Nama Sub Distrik	Jumlah KK Pengguna Listrik PLN	
			2019	2020
1	Adm. Kepulauan Seribu	Kepulauan Seribu Utara	3.392	4.653
		Kepulauan Seribu Selatan	2.674	3.043
		TOTAL	6.066	7.696
2	Jakarta Pusat	Cempaka Putih	32.321	34.037
		Gambir	35.611	34.590
		Johar Baru	54.489	46.669
		Kemayoran	81.784	87.833
		Menteng	25.361	30.467
		Sawah Besar	46.203	46.638
		Senen	42.804	44.418
		Tanah Abang	63.694	61.981
		TOTAL	382.267	386.633
3	Jakarta Utara	Cilincing	152.050	152.050
		Kelapa Gading	49.452	49.452
		Koja	125.862	141.141
		Pademangan	58.028	58.028
		Penjaringan	112.363	127.813
		Tanjung Priok	139.354	139.354

		TOTAL	637.109	667.838
4	Jakarta Barat	Cengkareng	175.816	183.019
		Grogol Petamburan	83.058	82.010
		Kali Deres	134.935	141.409
		Kebon Jeruk	98.328	113.629
		Kembangan	80.729	94.586
		Palmerah	63.423	74.889
		Taman Sari	45.694	44.466
		Tambora	90.015	92.360
		TOTAL	771.998	826.368
5	Jakarta Selatan	Cilandak	66.680	70.334
		Jagakarsa	91.174	101.242
		Kebayoran Baru	51.509	52.439
		Kebayoran Lama	92.167	92.167
		Mampang Prapatan	55.241	55.241
		Pancoran	48.652	52.158
		Pasar Minggu	97.315	97.315
		Pesanggrahan	N/A	82.456
		Setiabudi	37.665	38.569
		Tebet	64.312	64.312
		TOTAL	604.715	706.233
6	Jakarta Timur	Cakung	182.923	182.047
		Cipayung	87.422	87.422
		Ciracas	103.343	103.343
		Duren Sawit	128.089	140.242
		Jatinegara	102.653	109.066
		Kramat Jati	98.067	109.066
		Makasar	74.231	74.231
		Matraman	62.105	65.459
		Pasar Rebo	64.795	64.795
		Pulo Gadung	99.145	104.283
		TOTAL	1.002.773	1.039.954

Berikut ini merupakan data terkait pelanggan listrik PLN berdasarkan jumlah kepala keluarga di Kota Purwokerto pada tahun 2019 dan 2020.

Tabel 2.1. Data Pelanggan Listrik PLN Berdasarkan Jumlah Kepala Keluarga di Kota Purwokerto Tahun 2019 dan 2020.

No	Nama Kecamatan	Jumlah KK Pengguna Listrik PLN	
		2019	2020
1	Puwokerto Utara	15.808	15.827
2	Puwokerto Timur	17.403	20.246
3	Purwokerto Selatan	24.287	25.595
4	Puwokerto Barat	18.265	18.746
5	Patikraja	20.086	19.603
6	Karanglewas	20.447	21.162
7	Kedungbanteng	19.066	19.898
8	Baturraden	17.392	17.596
9	Sumbang	28.699	29.398
10	Kembaran	24.652	26.139
11	Sokaraja	29.157	29.665
TOTAL		235.262	243.875

2.11. State of The Art

Penelitian Terdahulu yang berkaitan dengan LoRa dan Smart Meter, maka dapat dirangkum dan dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu LoRa dan Smart Meter

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Hasil	Pekerjaan Mendatang
1	Designing A LoRa-Based Panic Button for Bali Smart island Project (2019),	Sito Dewi Damayanti, Muhammad Suryanegara, I Ketut Agung Enriko, Muhammad Imam Nashiruddin	<i>Business Potential Analysis</i> dengan mempertimbangkan <i>technical perspective</i> dan <i>business perspective</i>	Tombol panik yang di rancang dengan konektivitas LoRa	Optimasi modelling coverage LoRa untuk <i>smart meter</i> berdasarkan <i>demand</i>
2	Design and Implementation of LoRaWAN-Based Smart Meter System for Rural Electrification[13]	I Ketut Agung Enriko, Ali Zaenal Abidin, Azizah Syifalianti Noor	<i>Coding rate, Spreading factor</i>	Rancangan untuk implementasi di Rural area	Optimasi modelling coverage LoRa untuk <i>smart meter</i> berdasarkan <i>demand</i>
3	Secure Smart Metering Based on LoRa Technology	Yao Cheng, Hendra Saputra, Leng Meng Goh, Yongdong Wu	<i>Substation automation system</i>	Memberikan solusi dalam penggunaan <i>smart meter</i> dengan LoRa	Optimasi modelling coverage LoRa untuk <i>smart meter</i> berdasarkan <i>demand</i>

4	Digitally enabled advanced services: a socio-technical perspective on the role of the internet of things (IoT)(Schroeder et al., 2020)	Andreas Schroeder, Parikshit Naik, Ali Ziaee Bigdeli, dan Tim Baines	Analisis Tematik	- Identifikasi lima proposisi nilai layanan lanjutan, yang diaktifkan oleh sembilan artefak sistem informasi oleh IoT guna menentukan interaksi berbeda antara teknologi, informasi, dan subsistem sosial yang mendukung proposisi nilai layanan lanjutan dari produsen.	Optimasi modelling coverage LoRa untuk <i>smart meter</i> berdasarkan <i>demand</i>
5	Resilience of the Internet of Things (IoT) from an Information Assurance(IA) perspective(Rogers et al., 2016)	Rebecca Rogers, Edward Apeh, dan Christopher J. Richardson	- <i>Internet of things</i>	-	Optimasi modelling coverage LoRa untuk <i>smart meter</i> berdasarkan <i>demand</i>
6	What Are The Indonesian Concerns About The Internet Of Things (Iot)? Portraying The Profile Of The Prospective Market [7]	Muhammad Suryanegara, Ajib Setyo Arifin, Muhamad Asvial, Kalamullah Ramli, Muhammad Imam Nashiruddin, Nur Hayati	- <i>Internet of Things</i>	- Surver dan Analisa pengembangan <i>Internet of things</i> di Indonesia berdasarkan <i>porpective market</i>	Optimasi akan pengembangan LoRa di urban dan rural area.
6	A Survey of Machine Learning and Deep learning Methods for Internet of Things (IoT) Security	Mochammad Ali Al-Garadi, Amr Mohamed, Abdulla Al-Ali, Xiaojiang Du, Mohsen Guizani	- <i>Machine learning and Deep Learning</i>	- <i>Machine learning</i> untuk dekomposisi <i>internet of things</i>	Penggunaan pendekatan <i>machine learning</i> untuk optimasi LoRa di urban dan rural area
7	Design and Implementation of Open LoRa for IoT [14]	Qihao Zhou, Kan Zheng, Lu Hou, Jinyu Xing, dan Rongtao Xu. 2019.	- <i>Smart City</i> - <i>Environtmental Monitoring</i> - <i>Smart Healthcare</i> - <i>Smart Farming</i> - <i>Internet of Things</i>	- Aplikasi jaringan LoRa di IoT yang memiliki cakupan area luas dan konsumsi daya rendah untuk kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak	Aplikasi berbasis LoRa yang fleksibel terhadap kebutuhan akademik dan industri terkait penyebaran aplikasi LPWA di masa mendatang.
8	Experimental Study of LoRa Modulation Immunity to Doppler Effect in CubeSat Radio Communications	Alexander A. Doroshkin, Alexander M. Zadorozhny, Oleg N. Kus, Vitaliy Yu. Prokopyev, dan Yuri M. Prokopyev. 2019.	- <i>LoRa modulation</i>	- Pengujian kelayakan aplikasi LoRa dengan eksperimen outdoor yang kemudian menyatakan bahwa LoRa memiliki kekebalan sangat tinggi terhadap efek Doppler.	Verifikasi eksperimen berbasis darat dengan pengukuran satelit, misal dengan eksperimen CubeSat secara nyata.
9	Large Scale LoRa Networks: a Mode Adaptive Protocol	Rui Fernandes, Miguel Luis, dan Susana Sargento. 2021.	-	- LoRa-MAP yang menargetkan akses menengah di jaringan LoRa skala besar saluran tunggal mampu	- Perluasan gateway pada jaringan LoRa, - Penggunaan LoRa dengan mode operasi yang lebih besar.

				meningkatkan skalabilitas jaringan LoRa dalam IoT.	
10	Fuzzy Logic-Based Management of Hybrid Distribution Transformer Using LoRa Technology	Lishi Zhang, Deliang Liang, Hua Liu, Yibin Liu, Dawei Li, dan Chuankai Yang	- <i>Hybrid Distribution Transformers (HDT)</i> - <i>Fuzzy Logic Judgement System (FLJS)</i>	- Transformasi LoRa menggunakan fuzzy	Optimasi akan pengembangan LoRa di urban dan rural area.
11	Application of 915 MHz Band LoRa for Agro-Informatics	Aarti Gehani, Sri Harsha Shatagopan, Rahul Raghav, Mahasweta Sarkar, dan Christopher Paolini	- <i>Cell frequency</i>	- Kedalaman penguburan transceiver LoRa tidak boleh lebih dari 50 cm untuk aplikasi Agro-Informatics	Optimasi akan pengembangan LoRa di urban dan rural area.
12	Investigation of Coverage and Signal Quality of LoRaWAN Network in Urban Area[15]	Roni Apriantoro, Amin SUharjono, Kurnianingsih Kurnianingsih, dan I Ketut Agung Enriko	- <i>Coverage Area</i>	- Penyebaran jaringan, kualitas sinyal, dan jangkauan jaringan LoRaWAN Telkom di Jakarta menunjukkan hasil yang cukup baik dengan blank spot di 8 tempat.	Optimasi modelling coverage LoRa untuk <i>smart meter</i> berdasarkan <i>demand</i>
13	Monitoring of Large-Are IoT Sensors Using a LoRa Wireless Mesh Network System: Design and Evaluation	Huang-Chen Lee dan Kai-Hsiang Ke	- <i>Internet of things</i>	- Teknologi nirkabel komunikasi jarak jauh untuk sensor IoT.	Penggunaan LoRa memudahkan untuk melakukan monitoring
14	Application of LoRa Technology in Smart Distribution Grid	Rui Li, Chun-fang Zheng, Hong-fa Meng, Nan-hua Yu, Yi-dan Su, Ru-fen Cau, Yi-xing Ma, Fu-chang Luo, dan Si-yan Huang	- <i>Smart grid</i>	- Komunikasi LoRa mampu mentransmisikan data distribusi terminal dengan mulus ke unit pengumpulan data.	Dengan menggunakan komunikasi LoRa, data terminal distribusi dapat ditransmisikan ke unit pengumpulan data dengan lancar. Data lebih aman dan dapat diandalkan. Melalui aplikasi secara praktis, sistem komunikasi diverifikasi.
15	Performance of a low-power wide-area network based on LoRa technology: Doppler robustness, scalability, and coverage[16]	Petajarvi, Konstantin Mikhaylov, Marko Pettissalo, Janne Janhunen, and Jari Linnatti	- <i>Coverage Area</i>	- Analisis dan laporan terkait validasi eksperimental dari berbagai metrik kinerja yang menyatakan bahwa LoRa teknologi jaringan area lebar berdaya rendah cukup menjanjikan implementasi komunikasi di banyak aplikasi IoT.	Namun, diharapkan bahwa hubungan komunikasi lebih dapat diandalkan ketika faktor penyebaran yang lebih rendah digunakan.
16	Room-Level Localization System Based on LoRa Backscatters [17]	Antonio Lazaro, Marc Lazaro, dan Ramon Villarino	- <i>Bascatter pada LoRa</i>	- Pendekatan lokalisasi novel room-level baru untuk perangkat LoRa backscatter yang mudah disematkan ke	Salah satu terobosan LoRa menggunakan backscatters

				suatu perangkat atau smartphone.	
17	Implementation of LoRa End-Device in Sensor Network System for Indoor Application [9]	Raihan Zaky Thamrin, Octarina Nur Samijayani, dan Suci Rahmatia, I Ketut Agung Enriko	- <i>LoRa sensor with antares</i>	Implementasi LoRa pada jaringan sensor pada Aplikasi Antares.id untuk mempresentasikan data.	Optimasi akan pengembangan LoRa di urban dan rural area.
18	Insulation Condition Monitoring in Distribution Power Grid via IoT-Based Sensing Network [18]	Tianxin Zhuang, Ming Ren, Xuze Gao, Ming Dong, Wenguang Huang, dan Chongxing Zhang	- <i>Intenet of things</i>	Pemantauan kondisi isolasi berbasis IoT terbukti dapat diterapkan untuk jaringan distribusi dan diharapkan dapat direferensikan lebih mendalam terhadap aplikasi IoT.	Verifikasi eksperimen berbasis darat dengan pengukuran satelit, misal dengan eksperimen grid via IoT secara nyata.
19	Modelling and Evaluation of LoRa and Sigfox Low Power Wide Area Network dor Internet of Things [19]	Elamin, E B A	- <i>Collusion, packet error rate, spectrum</i>	Membuat optimasi dengan simulasi pada scenario, <i>collusion, packet error rate, spectrum</i> dengan parameter di antaranya <i>spreading factor</i> ,	Dengan menggunakan komunikasi LoRa, data terminal distribusi dapat ditransmisikan ke unit pengumpulan data dengan lancer. Data lebih aman dan dapat diandalkan. Melalui aplikasi secara praktis, sistem komunikasi diverifikasi.
20	LoRaWan Internet of Things Network Plannig for Smart Metering Services in dense Urban Scenario [20]	Alvin Yusri, Muhammad Imam Nashiruddin	- <i>Spreanding Factor, Code Rate, Signal to Noise Ratio</i>	Optimasi Smart metering di Urban	Optimasi modelling coverage LoRa untuk <i>smart meter</i> berdasarkan <i>demand</i>
21	Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards	Vehbi C. Güngör, Dilan Sahin, Taskin Kocak, Salih Ergüt, Concettina Buccella, Carlo Cecati, dan Gerhard P. Hancke	- <i>Smart Grid</i>	Pembahasan isu-isu kritis terkait teknologi jaringan pintar, terutama dalam TIK.	Optimasi pemanfaatan jaringan pintar untuk mengeksplorasi teknologi jaringan pintar yang lebih kompleks.
22	An Integrated IoT Architecture for Smart Metering [21]	Jaime Lloret, Jesus Tomas, Alejandro Canovas, dan Lorena Parra	- <i>Smart metering</i>	Usulan arsitektur Internet of Things terintegrasi untuk smart jaringan meteran untuk digunakan di perkotaan.	Advanced meter infrastructures (AMIs) sebagai protokol komunikasi, data format, prosedur pengumpulan data, dan sistem keputusan berdasarkan perlakuan big data.
23	LoRaWAN Internet of Things Network Planning for Smart Metering Services in Dense Urban Scenario [20]	Alvin Yusri dan Muhammad Imam Nashiruddin	- Okumura-Hata Propagation Model	Optimasi minimalisasi pemborosan penggunaan energi dengan pengukuran cerdas berbasis LoRaWan.	Perencanaan jaringan LoRaWan yang mampu melakukan simulasi perencanaan jaringan radio.
24	LoRaWAN Communication Protocol: The New Era of IoT	Alexandru Lavric dan Adrian Ioan Petrariu	- Internet of Things	Modulasi LoRa menggunakan chirp (Compressed High Intensity Radar Pulse)	Modulasi LoRa dengan menggunakan modul SDR sehingga jaringan dapat terdistribusi skala besar ke

				yang menawarkan ketahanan terhadap gangguan, tautan komunikasi yang bagus anggaran, kinerja pada daya rendah sekaligus tahan terhadap fading propagasi multipath dan efek Doppler.	dalam wilayah geografis yang luas dengan ribuan node.
25	Balancing Convergence and Diversity in Decomposition-Based Many-Objective Optimizers	Yuan Yuan, Hua Xu, Bo Wang, Bo Zhang, dan Xin Yao	- MOEA/D, EFR Framework	Implementasi kinerja algoritma berbasis dekomposisi MOEA dan ensemble untuk menyeimbangkan konvergensi dan keragaman penguraian masalah optimasi multiobjek.	Penyeimbangan konvergensi dan keragaman penguraian masalah multiobjek dengan algoritma lain.
26	An Efficient Hybrid Decoder for Block Turbo Codes	Pen-Yao Lu, Erl-Huei Lu, dan Tso-Cho Chen	- Block turbo code (BTC), turbo product code (TPC), dan hybrid decoding	Simulasi modifikasi decoder secara substansial dapat mengurangi kompleksitas decoder, terutama untuk signal-to-noise dengan rasio tinggi dan sedang.	Peningkatan optimasi decoder BTS hibrida untuk memperkirakan informasi ekstrinsik lebih mendalam.
27	Coverage and Capacity Analysis of LoRa WAN Deployment for Massive IoT in Urban and Suburban Scenario [22]	Muhammad Imam Nashiruddin dan Amriane Hidayati	- Forsk Atoll	Simulasi coverage kapasitas gateway LoRaWan dipengaruhi nilai bandwidth (BW0, Spreading Factor (SF), dan Coding Rate (CR).	Penyediaan cakupan dan analisis LoRaWan untuk aplikasi IoT yang lebih masif.
28	A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things [23]	Aloÿs Augustin, Jiazi Yi 1, Thomas Clausen 1 dan William Mark Townsley	- Internet of Things	Gambaran umum terkait LoRa dan analisis mendalam komponen fungsionalnya.	Peningkatan kinerja sesuai usulan dari hasil analisis terhadap LoRaWan.
29	LoRa Transmission Parameter Selection [8]	Martin Bor, Utz Roedig	- Transmission Parameters	Performance berkaitan dengan <i>transmission parameter</i>	Peningkatan akan kebutuhan LoRa berdasarkan <i>transmission parameter</i> .
30	An IoT Application Case Study to optimize electricity consumption in the government sector [24]	Teófilo T. Branco Júnior, Ilka M. Kawashita, Filipe de Sá-Soares, Cláudio N. Monteiro	- <i>Internet of thing, smart technologies</i>	Regulator IoT di pemerintahan	Rekomendasi penerapan <i>Internet of things</i> di Pemerintahan dalam hal ini di Jakarta dan Purwokerto

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi pada penelitian yang di sajikan di susun secara sistematis dan terarah, sebagai kerangka penelitian, dengan tujuan sesuai dengan perumusan masalah dan tujuan dari penelitian.

3.1 Tahapan dasar penelitian

Pada pembahasan metodologi penelitian ini akan di berikan suatu gambaran dan tahapan penelitian yang tersusun secara sistematis disertai detail proses yang terdiri langkah - langkah penelitian :

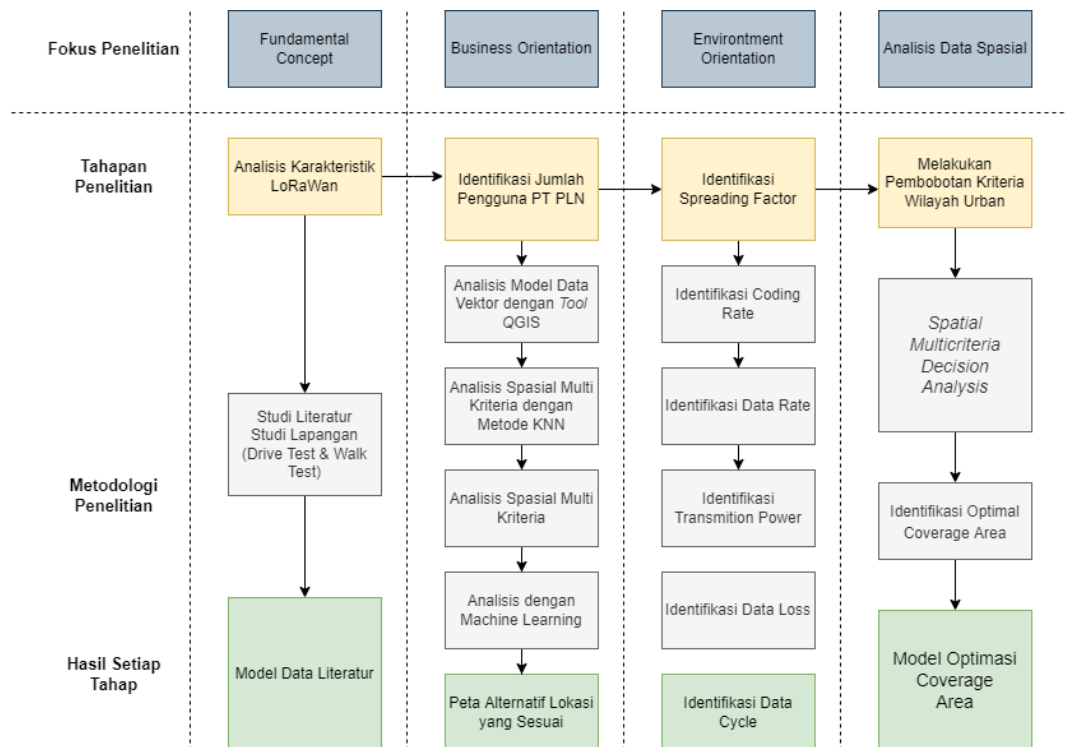


Gambar 3.1 Tahapan Dasar Penelitian

3.2 Alur Kerangka Pemikiran

Berikut adalah alur penelitian dari proses perancangan dari sistem penelitian berikut di kaji secara ilmiah bagaimana permasalahan yang terjadi yang di sebabkan *leading supply* dari PT Telkom, sehingga bagaimana mengoptimalkan penempatan STO dan Tower gateway LoRa di area *urban* di Kota Jakarta dan *rural* di Purwokerto menggunakan algoritma *machine learning*, *differential evolution* dan *spasial*. Data yang di gunakan menggunakan data dari PT. Telkom dan data pelanggan listrik dari PT. PLN

:



Gambar 3.2 Alur Kerangka Penelitian

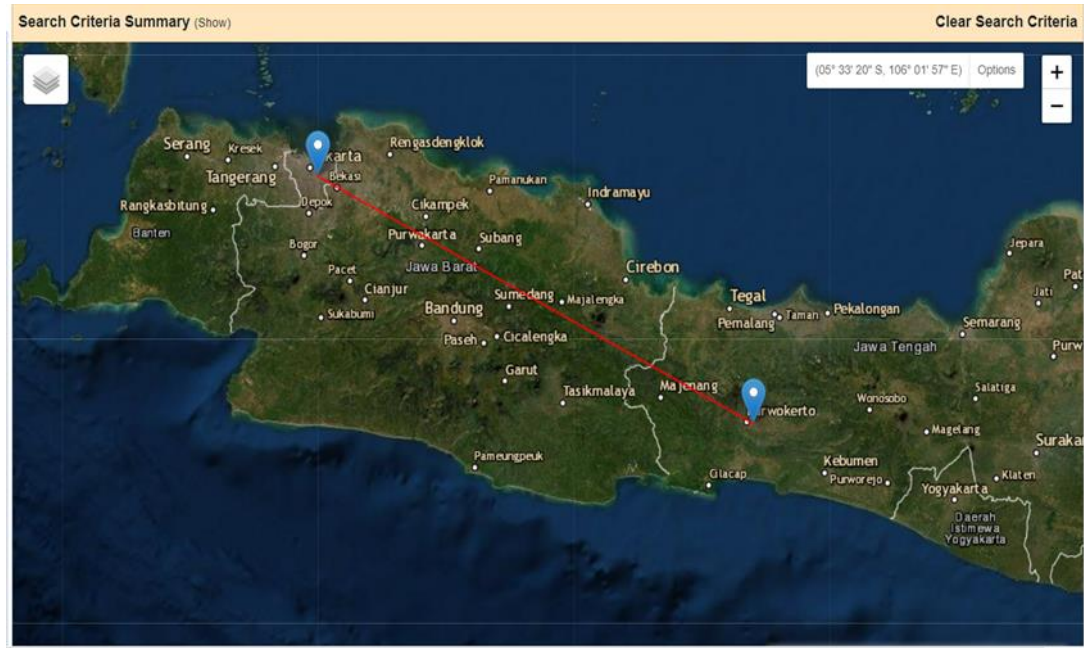
Tempat dan Waktu Penelitian

- Waktu Penelitian

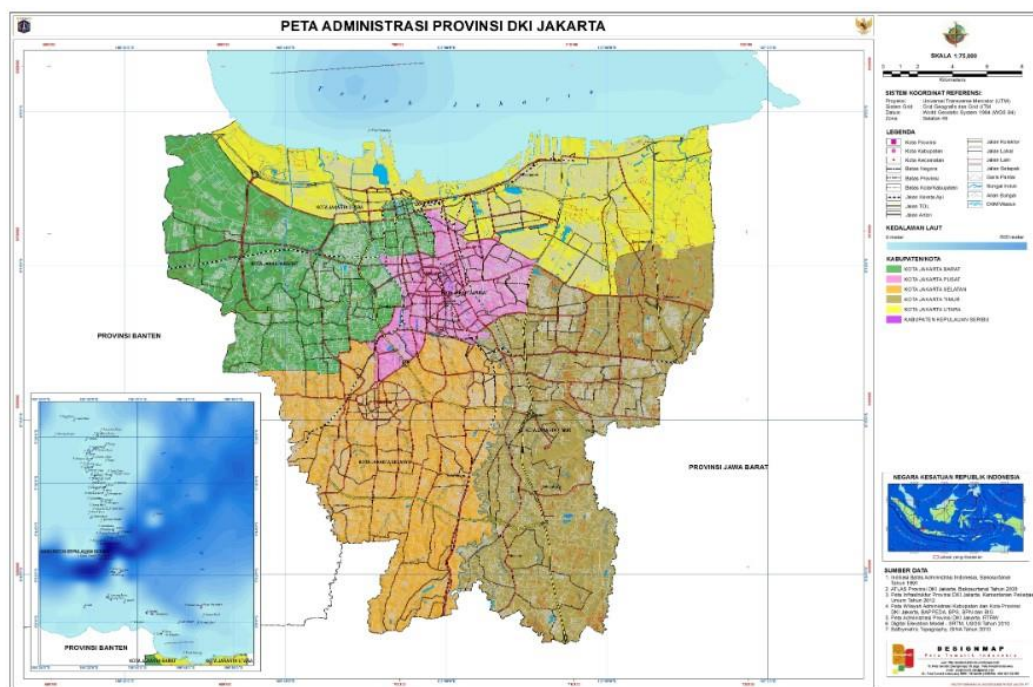
Penelitian akan dilakukan sejak July 2021 sampai Agustus 2023 menggunakan obeservasi di Kota Jakarta yang merupakan ibu kota negara Indonesia dengan letak geografis 106 22' 42" BT sampai 106 58' 18" BT dan -5 19' 12" LS sampai -6 23' 54" LS, dengan sebelah selatan berbatasan Provinsi Jawa Barat, sebelah timur dengan Provinsi Jawa Barat dan sebelah utara dengan Laut Jawa, dengan luas daratan 662.3 km², dan luas permukaan laut 6,977 km² dan obesvesi di Kota Purwokerto dengan letak geografis 7°26'LU 109°14'BT, yang merupakan ibu kota dari Kabupaten Banyumas dengan luas wilayah 1.327,60 km² dengan kontur wilayah pegunungan dan perkebunan untuk wilayah hutan tropis dengan ketinggian dari permukaan air laut sekitar 3.400 m. dataran tinggi untuk *residential*.

Data merupakan hasil studi penelitian yang di lakukan oleh peneliti pada Perusahaan PT. Telkom, dengan menggunakan Data Primer dan Data Sekunder, Landsat 8 yang peroleh dari <https://earthexplorer.usgs.gov> ,

www.tanahair.indonesia.go.id, <https://earthengine.google.com>, [Badan Pusat Statistik \(bps.go.id\)](http://Badan Pusat Statistik (bps.go.id)) dan peta administrasi Kota Jakarta dan Kota Purwokerto. Terlihat pada gambar 3.3 Peta Jawa



Gambar 3.3 Peta Jawa



Gambar 3.4 Peta Administrasi Jakarta

Pada Gambar 3.4 merupakan gambaran peta administasi Jakarta. Dengan 44 kecamatan.

Tabel 3.1 Data Per KK Pelangan Listrik di Jakarta

No.	Nama_Kabupaten_ko	Nama_Kecamatan	Kelurahan	RW	RT	KK
1	Kepulauan Seribu	Kepulauan Seribu Selatan	3	11	52	3476
2	Kepulauan Seribu	Kepulauan Seribu Utara	3	13	75	4919
3	Jakarta Pusat	Gambir	6	43	466	34590
4	Jakarta Pusat	Sawah Besar	5	49	597	46638
5	Jakarta Pusat	Kemayoran	8	77	1028	87833
6	Jakarta Pusat	Senen	6	48	509	44418
7	Jakarta Pusat	Cempaka Putih	3	30	371	34037
8	Jakarta Pusat	Menteng	5	38	421	30467
9	Jakarta Pusat	Tanah Abang	7	65	706	61981
10	Jakarta Pusat	Johar Baru	4	40	557	46669
11	Jakarta Utara	Penjaringan	5	74	893	107153
12	Jakarta Utara	Tanjung Priok	7	104	1276	139354
13	Jakarta Utara	Koja	6	82	905	112953
14	Jakarta Utara	Cilincing	7	88	1035	141053
15	Jakarta Utara	Pademangan	3	35	455	58028
16	Jakarta Utara	Kelapa Gading	3	70	709	47608
17	Jakarta Barat	Cengkareng	6	87	1060	183019
18	Jakarta Barat	Grogol Petamburan	7	75	878	82010
19	Jakarta Barat	Taman Sari	8	60	686	45977
20	Jakarta Barat	Tambora	11	96	1083	92360
21	Jakarta Barat	Kebon Jeruk	7	69	712	114031
22	Jakarta Barat	Kali Deres	5	75	752	141409
23	Jakarta Barat	Palmerah	6	61	712	74889
24	Jakarta Barat	Kembangan	6	63	617	94586
25	Jakarta Selatan	Tebet	7	79	931	81634
26	Jakarta Selatan	Setia Budi	8	51	503	40757
27	Jakarta Selatan	Mampang Prapatan	5	38	408	52840
28	Jakarta Selatan	Pasar Minggu	7	65	723	107882
29	Jakarta Selatan	Kebayoran Lama	6	77	857	107071
30	Jakarta Selatan	Cilandak	5	46	476	72716
31	Jakarta Selatan	Kebayoran Baru	10	73	648	53178
32	Jakarta Selatan	Pancoran	6	46	501	58025
33	Jakarta Selatan	Jagakarsa	6	54	546	111728
34	Jakarta Selatan	Pesanggrahan	5	51	526	82266
35	Jakarta Timur	Matraman	6	62	798	65459
36	Jakarta Timur	Pulo Gadung	7	95	1038	104283
37	Jakarta Timur	Jatinegara	8	91	1133	109066
38	Jakarta Timur	Kramat Jati	7	65	650	102283
39	Jakarta Timur	Pasar Rebo	5	53	525	72169
40	Jakarta Timur	Cakung	7	90	1017	182047
41	Jakarta Timur	Duren Sawit	7	96	1106	140512
42	Jakarta Timur	Makasar	5	53	571	70689
43	Jakarta Timur	Ciracas	5	49	609	99934
44	Jakarta Timur	Cipayung	8	56	508	87885

Tabel 3.2 Data Pelanggan Listrik di Jakarta Tahun 2019 dan 2020

No	Nama Distrik	Jumlah KK Pengguna Listrik PLN	
		2019	2020
1	Adm. Kepulauan Seribu	6,066	7,696
2	Jakarta Pusat	382,267	386,663
3	Jakarta Utara	637,109	667,838
4	Jakarta Barat	771,998	826,368
5	Jakarta Selatan	604,715	706,233
6	Jakarta Timur	1,002,773	1,039,954
TOTAL		3,404,928	3,634,752

Pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 terlihat Jumlah Pelanggan PT. PLN perdistrik di Jakarta pada tahun 2019 dan tahun 2020

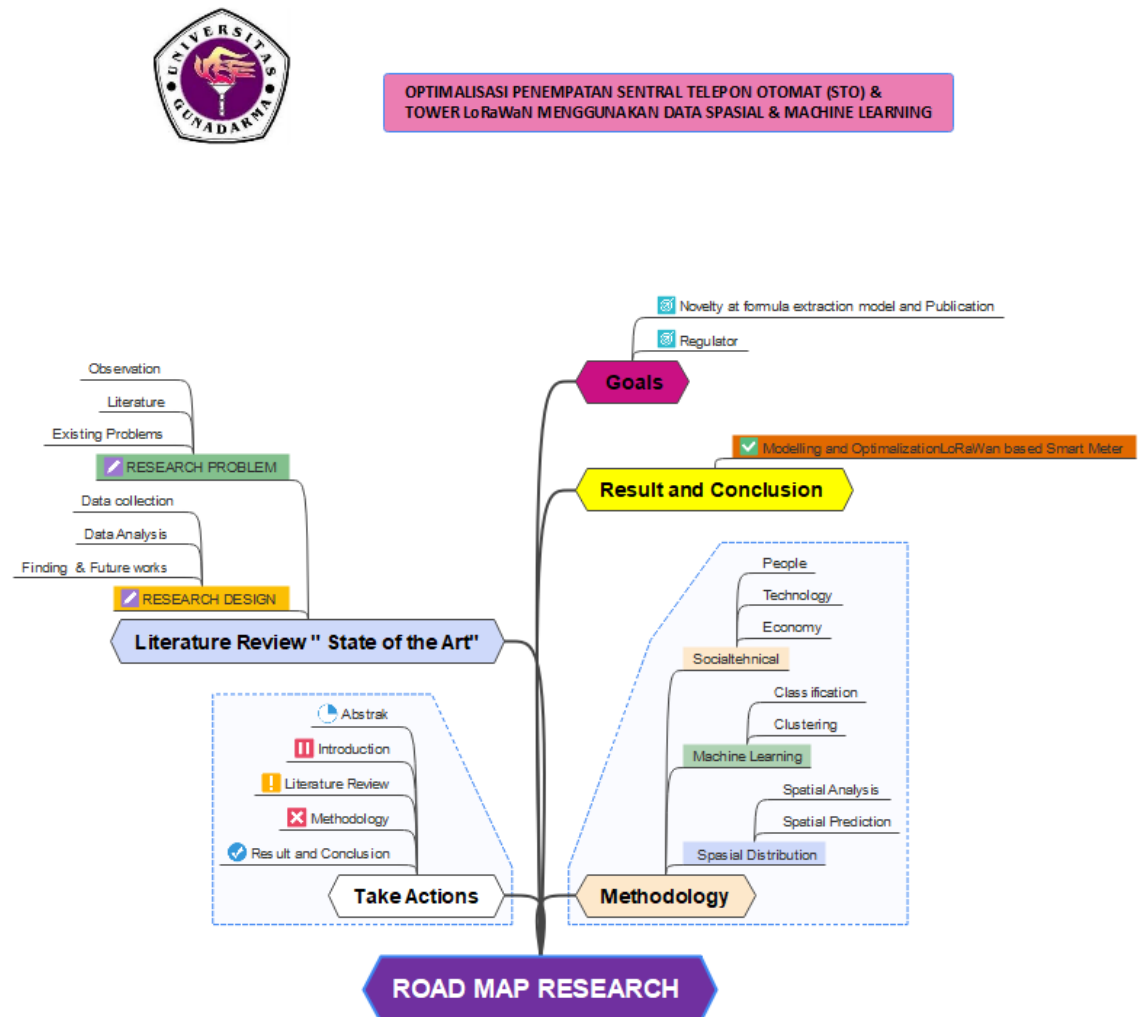
Tabel 3.3 Data Per KK Pelanggan Listrik di Purwokerto

No	Nama Kecamatan	Jumlah KK Pengguna Listrik PLN	
		2019	2020
1	Puwokerto Utara	15,808	15,827
2	Puwokerto Timur	17,403	20,246
3	Purwokerto Selatan	24,287	25,595
4	Puwokerto Barat	18,265	18,746
5	Patikraja	20,086	19,603
6	Karanglewas	20,447	21,162
7	Kedungbanteng	19,066	19,898
8	Baturraden	17,392	17,596
9	Sumbang	28,699	29,398
10	Kembaran	24,652	26,139
11	Sokaraja	29,157	29,665
TOTAL		235,262	243,875

Pada Tabel 3.3 terlihat Jumlah Pelanggan PT. PLN per kecamatan di Purwokerto

3.3 Road Map Penelitian

Berikut adalah Road Map Penelitian yang merupakan arah fokus penelitian sampai dengan kerangka dukungan untuk meningkatkan publikasi dan produk penelitian



Gambar 3.6 Road Map Penelitian

Tahap Luaran Penelitian

Tahun	Capaian Penelitian
2019 - 2020	Safe Zone Analysis of Lightning Protection System in Antenna Using Radome [25]
	Implementasi Encapsulation Jaringan Redudansi VLAN Menggunakan Hot Standby Router Protocol (HSPP) [26]
	Automatic Statistics Measurement Antenna Performance Towards Virtual Ground Station [27]
	Backup Router Network Optimization to Prevent Link Failure the Virtual Router Redudancy Protocol (VRRP) Method : Backup Router Network Optimization to prevent Link [28]
	Design and Build Mail Server Systems using Zimbra 8.8 15 and Antispam on Proxmox mail Gateway 5.2 [29]
	Application of IP Security and mac Address Filtering Authentification Methods to Build Encrypted Interconnection Networks
2021 - 2022	Design LoRaWan in Spreading Factor Analysis based Smart Meter for Urban Resedential
	Modelling long Range of RSSI Bases Positiong System
2023	Project luaran LoRa pada wilayah Indonesia lainnya

Gambar 3.7 Tahap Luaran Penelitian

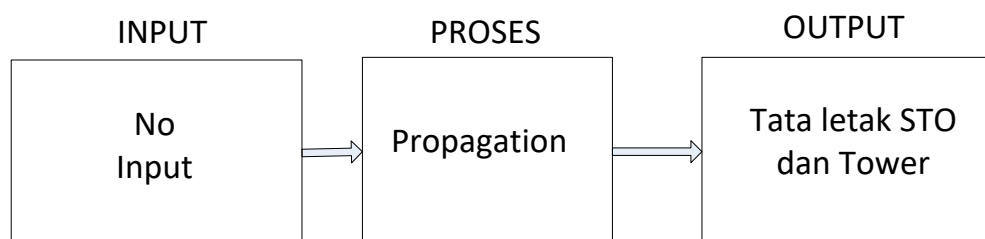
Pada awal (2020) peneliti melakukan penelitian yang mengarah pada penggunaan antenna yang memiliki basis Jaringan V-LAN atau Local. Pada tahun ini sudah di hasilkan beberapa jurnal yang terindeks scopus atau Sinta.

Pada tahun (2021 – 2022) peneliti melakukan penelitian ke arah penerapan dari metodologi ilmu computer pada pemasangan Jaringan gateway LoRaWan dan Smart Meter. Pada tahun ini juga di harapkan dapat menerbitkan publikasi pada jurnal bereputasi.

Pada tahun (2023) peneliti melakukan pengembangan produk penelitian ke hasil luaran yang tepat guna dan informative Paten dan Hak cipta, Jurnal Internasional, Seminar Intenasional pada object Penelitian di daerah lain.

3.4 Tahapan Metodologi Penelitian

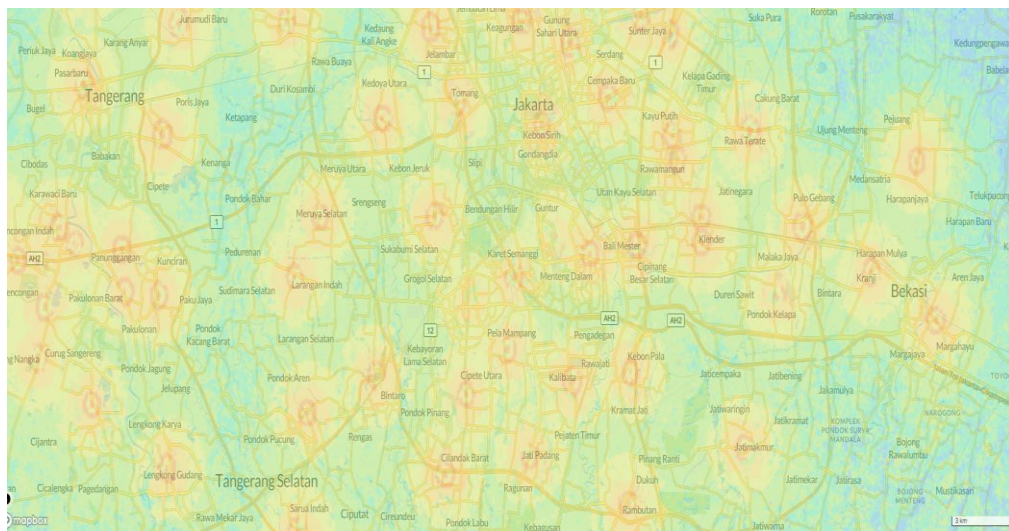
3.5.1 Metode yang Berjalan



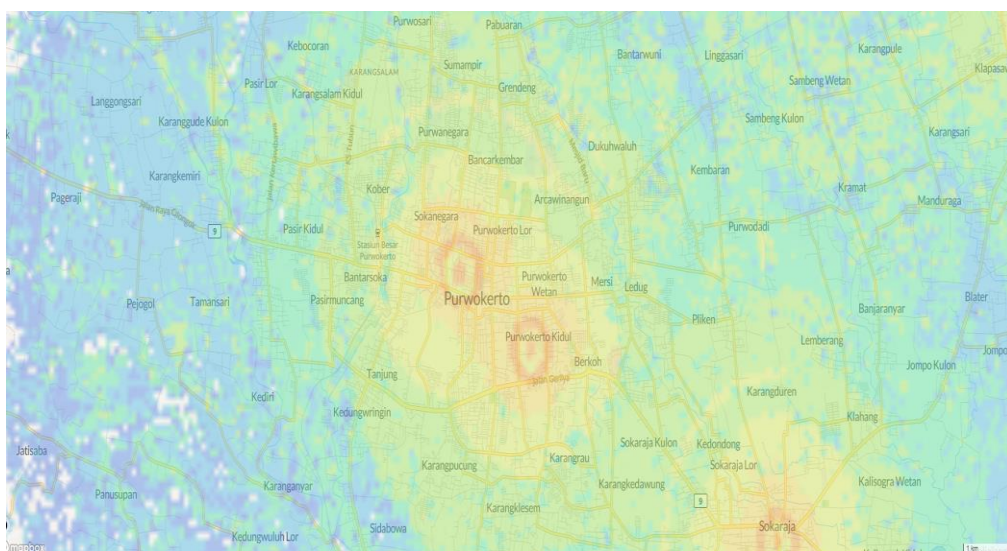
Gambar 3.8. Sistem Yang berjalan

Sistem berjalan yang terdapat pada PT. TELKOM dalam pemasangan LoRaWan biasanya menggunakan Teknik propagasi. LoRa dipasang tanpa diperhatikan kebutuhan dari pelanggan lora itu sendiri. Kalau seperti ini tentunya akan banyak menimbulkan kerugian dari telkomsel karena jaringan terpasang tanpa adanya pelanggan. Teknik propagasi adalah Teknik yang mengembangkan jaringan komunikasi tanpa memperhatikan apakah jaringantersebut digunakan atau tidak.

STO dan Tower LoRa yang Existing di Jakarta dan Purwokerto



Gambar 3.9. Gateway Site Jakarta

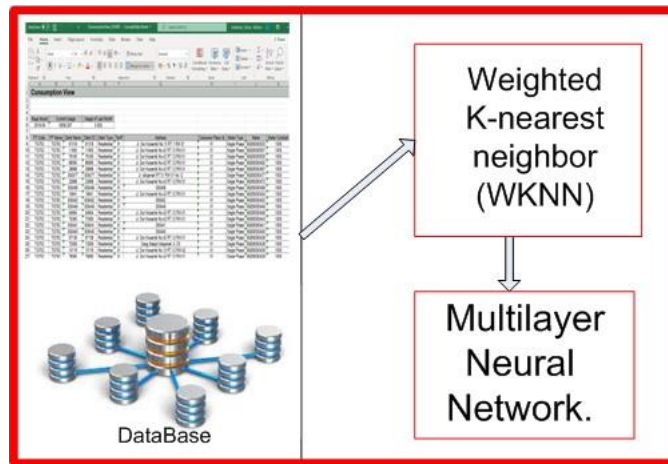


Gambar 3.10. Gateway Site Purwokerto

Pada Gambar 3.13 dan 3.14 mengilustrasikan coverage area existing LoRaWan di

Jakarta dan Purwokerto berdasarkan Gateway LoRa yang terpasang pada saat ini.

- 3.5.2 Metode yang di usulkan



Gambar 3. 11 Metode yang di usulkan

- Pendekatan *machine learning* dikembangkan untuk pemasangan berdasarkan kekuatan sinyal yang diterima (RSS) dari tower gateway LoRa. Pendekatan yang diusulkan hanya mengasumsikan pengetahuan tentang kedekatan dari sinyal yang diterima RSS dari lingkungan. Skema *existing* yang diusulkan mengintegrasikan *K-Nearest Neighbor* (WKNN) dan *K-Means* dan *Multilayer Neural Network*. Integrasi memanfaatkan kemampuan pengelompokan yang kuat dari WKNN dan K-Means dan mengimplementasikan jaringan saraf yang dapat memperkirakan posisi dalam setiap cluster.

3.5 Parameter dan spesifikasi yang di gunakan

Tabel 3.4. Aspek kriteria socio technical

Aspek	Consideration
Technical	Klasifikasi peta wilayah Indonesia terbentang antara wilayah zona 1, wilayah zona 2, dan wilayah zona 3.
	Penempatan gateway LoRa <i>existing</i>
	Pemetaan pemnggunaan energy.
Business	Peranan society 5.0
	Kualitas layanan
	Biaya investasi

Pada gambar 3.4 merupakan aspek technical dan business yang akan di jadikan indicator untuk penilaian survey akan pemanfatan LoRa terhadap *smart meter* di *residential*

Parameter indikator pemetaan STO

1. Range: jarak terhadap pasar (konsumen)
2. Treshold: jumlah penduduk yang dilayani
3. Luas jangkauan pelayanan
4. Kualitas layanan
5. Banyaknya permintaan
6. Pertumbuhan penduduk
7. Perilaku pelanggan
8. Sikap masyarakat
9. Banyaknya gedung tinggi
10. Ketersediaan lahan
11. Ruang udara
12. Estetika lingkungan
13. Berada dalam wilayah jangkauan sel
14. Jarak dengan kegiatan sekitar
15. Sesuai dengan perencanaan tata ruang
16. Biaya pajak
17. Proses perijinan
18. Terdapat akses jalan
19. Biaya investasi
20. 20 Ketersediaan energi listrik

Spesifikasi Perangkat

Tabel 3.5 Spesifikasi Gateway LoRa

Parameter	Keterangan	
	Gateway	End Device
Tx Power	20 dBm	7.5 dBm
Gain Antenna	6 dBi	3 dBi
Tinggi Antenna	30 m	1.5 m
Loss Cable	1.5 dB	0.83 dB
Frekuensi	921.5 MHz	921.5 Mz

Pada tabel 3.5 merupakan tabel spesifikasi gateway LoRa di *urban* dan *rural area*

Tabel 3.6 Spesifikasi *Single Phase* LoRaWan

Type	Single – phase electricity meter
Communication interface	LoRaWan; RS485 protocol
Working temperature; humidity	-25°C-+55°C; <=85%
Power Consumption	<1.0 W
Operating life	>10 years
Accuracy class	2.0
Voltage	220/230/240 V
Frequency	50/60 Hz

Tabel 3.7. LoRaWan based smart electric meter specification

<i>Specification and Advantages</i>	
Battery Lifetime	Sampai dengan 10 tahun
Jangkauan Area	Sampai dengan 30 mil di area pedesaan
Keamanan	Keamanan jaringan penuh [AES128]
Modulasi Spektrum	CSS (GPS-free location diizinkan)
Frequency Band	ISM radio bands [433; 868; 915; 923 MHz] (<i>high-capacity, low-cost operation, and highly optimized ground-up design</i>)
Pengembangan Aplikasi	<i>Availability of open standards and ecosystem</i>

Pada tabel 3.6 dan tabel 3.7 merupakan tabel spesifikasi pada LoRaWan

Tabel 3.5. CSS Modulasi di Jakarta

SF	Packet Duration (s)	Data Rate (Kbps)	Receiver Sensitivity (dBm)	SNR (dB)
SF7	0.036	5.47	-123	-6
SF8	0.064	3.13	-126	-9
SF9	0.113	1.76	-129	-12
SF10	0.204	0.98	-132	-15
SF11	0.365	0.54	-134.5	-17.5
SF12	0.682	0.29	-137	-20

Pada Tabel 3.5 menginformasikan CSS modulasi di Jakarta berdasarkan *spending factor*

LoRa Gateway Coverage with Geolocation

Pengembangan LoRa gateway yang dilakukan di Jakarta dan Purwokerto menggunakan LoRa GPS sensor yang mana akan menerima *received Signal Strenght Indicator* (RSSI) dengan menerima nilai dari *longitude*, dan latitude dengan melakukan *drive test*, jika terdapat notifikasi pada GPS Sensor LoRaWan, seperti ***Error! Refrence source not found*** artinya signal tidak tercoverage di area tersebut.

```
{
  "meta": {
    "network": "daeb71cb537b48d9a32f4957f2319db6",
    "gateway": "7076ff03113b0000",
    "device": "004a77012405ec97",
    "device_addr": "16b5d3dc",
    "history": true,
    "application": "2c26c50124842008",
    "packet_id": "a1e9b32dbe70b6ef5baca7c71d6f6f69",
    "packet_hash": "9d6c0ce5a2a0c496ac654370dc9ffaf2",
    "time": 1637962094.082
  },
  "params": {
    "rx_time": 1637962093.9763963,
    "counter_up": 5,
    "port": 2,
    "encrypted_payload":
      "7E9/CGr7+w1CYGH0FTWzhM5yPQV4kpfJs8vybUztcD/o8OFjQcaFUQn9mt07",
    "payload":
      "/v7+/mhhkjYAAABokR00Q5M3tshLM7bISzMzMzMzylR8OzN2SDMzg1o7MyMW",
    "radio": {
      "time": 1637962093.9763963,
      "gps_time": 1321997311932,
      "freq": 921.6,
      "modulation": {
        "type": "LORA",
        "bandwidth": 125000,
        "spreading": 12,
        "coderate": "4/5"
      },
      "hardware": {
        "chain": 0,
        "channel": 2,
        "tmst": 1455442604,
```

```

    "status": 1,
    "rssi": -119,
    "snr": -8.8,
    "gps": {
      "lat": -2.498234272003174,
      "lng": 104.1017837524414,
      "alt": 61
    }
  },
  "datarate": 0,
  "delay": 0.04769086837768555,
  "size": 58
},
"lora": {
  "mac_commands": [],
  "header": {
    "ack": false,
    "adr": true,
    "confirmed": false,
    "type": 2,
    "version": 0,
    "adr_ack_req": false,
    "class_b": false
  }
},
"duplicate": false
},
"type": "uplink",
"id": "1638087063905-0"
}

```

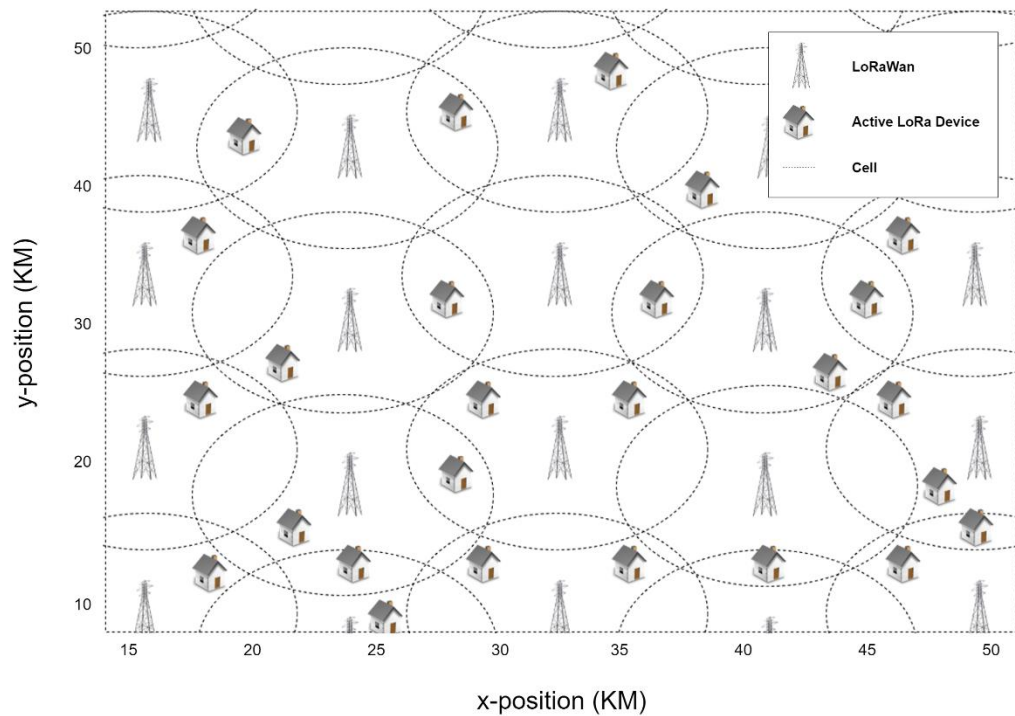
Gambar 3.12 GPS data from Antares

Tabel 3.5 Uplink Data RSSI

Parameter	Nilai
Maximum RSSI	-80 dBm
Minimum RSSI	-117 dBm
Average RSSI	-99.40 dBm
RSSI Standar Deviation	4.56 dBm

Pada Tabel 3.5 menggambarkan jika average RSSI -99.40 dBm, dan standar deviasinya 4.56 dBm, jarak antara *gateway* dan *end node device* adalah 1. 58 km.

3.6 Rencana Pemasangan Smart Menggunakan Jaringan Gateway Lora Pada Daerah Jakarta Dan Purwokerto



Gambar 3.12. Smart Metering menggunakan LoRaWan technology[20]

Pada Gambar 3.12 merupakan rencana pemasangan Smart Meter pada Gateway LoRa di area Jakarta dan Purwokerto. Pada Penelitian ini akan menggunakan gateway Lora ber – merk Kerlink – Wirnet Station 923, berkapasitas 6 *channel* yang sudah *certified* dengan LoRa Alliance.



Gambar 3.13. Gateway LoRa_Kerlink

Analisa Terhadap Capacity Planning

Capacity Planning merupakan perencanaan akan suatu Jaringan yang memperhitungkan jumlah pelanggan, dengan memperhatikan jumlah pelanggan.

Perhitungan Jumlah Gateway

Adapun rumus perhitungan jumlah gateway pada *capacity planning* sebagai berikut :

$$\text{Jumlah gateway} = \frac{\text{Total paket yang di transmisikan per hari}}{\text{Total paket pada gateway dan channel}}$$

Perhitungan Cell Coverage

Perhitungan *cell coverage* merupakan perhitungan pada luas wilayah sel yang meliputi perhitungan yang sudah di dapat, Adapun rumus untuk perhitungan *cell coverage* adalah sebagai berikut :

$$\text{Cell coverage} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Jumlah Gateway}}$$

Perhitungan Cell Radius

Perhitungan *cell radius* merupakan perhitungan pada jari – jari yang di miliki dari suatu luas wilayah pada suatu sel. Adapun untuk melakukan perhitungan *cell radius* sebagai berikut

$$\text{Cell radius} = \frac{\sqrt{\text{Cell coverage}}}{26}$$

Perhitungan Luas Sell

Adapun rumus perhitungan untuk menghitung luas sel adalah sebagai berikut :

$$L_{\text{cell}} = \frac{3\sqrt{3}d^2}{2}$$

Perhitungan Jumlah gateway

Adapun untuk rumus perhitungan jumlah gateway adalah sebagai berikut :

$$\text{Jumlah gateway} = \frac{\text{Luas Wilayah}}{\text{Luas Sel}}$$

3.7 ist Data Site

NO	GATEWAY	LOKASI
1	Femto Gateway Telkom GMP	Jalan Jenderal Gatot Subroto Kav. 52 (Kuningan), Jakarta, Jakarta 12710.
2	Femto KFTD 1 Jakarta	Jalan Budi Utomo No.1, Jakarta Pusat 10710.
3	Hanindo	Jalan RS. Fatmawati No.55 (Zonasi : C1) RT 002/005 Cipete Selatan - Cilandak, Jakarta Selatan 12410.
4	DMT Klender	Klender, Jakarta Timur
5	Menara Multimedia	Jalan Kebon Sirih No.10 - 12, RT.11/RW.2, Gambir, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10110.
6	Rasuna Tower 9	Jalan H.R. Rasuna Said, Kuningan, Jakarta 12920.
7	Rooftop Telkom GMP Jakarta Selatan	Jalan Jend. Gatot Subroto Kav. 52 (Kuningan), Jakarta, Jakarta 12710.
8	Telkom>Ifemto_Evo	
9	Tower DMT - Rawamangun	Rawamangun, Jakarta Timur
10	Tower DMT Meruya	Meruya, Jakarta Barat
11	Tower STO Bintaro (2)	Jalan Puspita Raya, RT.10/RW.8, Pesanggrahan, RT.9/RW.2, Pesanggrahan, Jakarta Selatan, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12320.
12	Tower STO Cawang (BARU)	Jalan Mandala V No.6, RT.7/RW.9, Cililitan, Jakarta Timur.
13	Tower STO Cempaka Putih (Baru)	Jalan Letnan Jendral R. Suprpto No.104A, RT.4/RW.1, Cempaka Putih Barat, Jakarta.
14	Tower STO Cengkareng (BARU)	Jalan Kamal Raya No.35, RT.3/RW.6, Cengkareng Barat, Cengkareng, Jakarta Barat 11820.
15	Tower STO Cilincing (2)	Jalan Raya Cakung Cilincing, Jakarta Utara 14260.
16	Tower STO Cipete	Jalan Graha Molek 1, Cilandak, Jakarta Selatan 12430.
17	Tower STO Ciracas (BARU)	Jalan Ciracas Raya, RT. 4 / RW. 8, Ciracas, Jakarta Timur.
18	Tower STO Jagakarsa	Jalan Kelapa Tiga, RT. 6/RW. 3, Jagakarsa, RT.6/RW.3, Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12620

19	Tower STO Jatinegara (3)	Jalan Kober Ulu No.7, Rawa Bunga, Jatinegara, Jakarta Timur.
20	Tower STO Kalibata	Jalan Raya Pasar Minggu, RT.13/RW.1, East Pejaten, Pasar Minggu, Jakarta.
21	Tower STO Kebayoran (2)	Jalan Sisingamangaraja No.4, Selong, Kebayoran Baru, RT.2/RW.1, Selong, Kebayoran Baru, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12110.
22	Tower STO Kedoya (2)	Jalan Kedoya Raya No. 35, Jakarta Barat
23	Tower STO Kelapa Gading	Jalan Inspeksi Kali Sunter, Jakarta.
24	Tower STO Kemang	Kemang, Jakarta Selatan
25	Tower STO Kemayoran	Jalan Graha Angkasa Pura I No.Blok B/12, RW.10, South Gunung Sahari, Kemayoran, Jakarta.
26	Tower STO Klender	Klender, Jakarta Timur
27	Tower STO Kota 1	Kota, Jakarta Barat
28	Tower STO Kota 2	Kota, Jakarta Barat
29	Tower STO Kranggan	Jalan Cilangkap Baru No.17, RT.3/RW.1, Cilangkap, Cipayung, Jakarta Timur, 13870.
30	Tower STO Marunda	Jalan Sungai Tiram RT.4/RW.4, Jakarta Utara.
31	Tower STO Pademangan/ANC 2.2 (2)	Jalan Pademangan IV No.59, RW.2, Pademangan Timur, Pademangan, RT.4/RW.10, Pademangan Timur, Pademangan, Jakarta Utara 14410.
32	Tower STO Palmerah (4)	Jalan Raya Kebayoran Lama No.7, RT.1/RW.1, Sukabumi Utara, Kebon Jeruk, Jakarta Barat 11540.
33	Tower STO Pasar Minggu (2)	Blok Kehakiman, Jalan Warung Jati Barat Blok Kehakiman No.63, RT.9/RW.5, Ragunan, Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12540.
34	Tower STO Pasar Rebo	Jalan Raya Bogor KM 22, Jakarta Timur.
35	Tower STO Penggilingan (2)	Jalan KRT. Rajiman Widyodiningrat Bupar, Jakarta Timur.
36	Tower STO Pluit / Muara Karang	Jalan Pluit Selatan Raya, Pluit, Penjaringan, Jakarta Utara.
37	Tower STO Pondok Kelapa (2)	Jalan Pondok Kelapa Raya, Jakarta Timur.
38	Tower STO Pulo Gebang (3)	Jalan Sawo Kecil No.48, RT.3/RW.8, Pulo Gebang, Cakung, Jakarta Timur 13950.
39	Tower STO Rawamangun	Jalan Balap Sepeda, Rawamangun, Jakarta Timur.

40	Tower STO Slipi	Jalan Letjen S. Parman Kav. 8, Jakarta Barat.
41	Tower STO Sunter	
42	Tower STO Tanjung Priok	Jalan Enim Raya No. 1 Tanjung Priok, Jakarta Utara 14310.
43	Tower STO Tebet (2)	Jalan KH. Abdullah Syafi'ie No.27 RT.16/RW.2, Manggarai Selatan, Tebet, , Jakarta Selatan 12860.

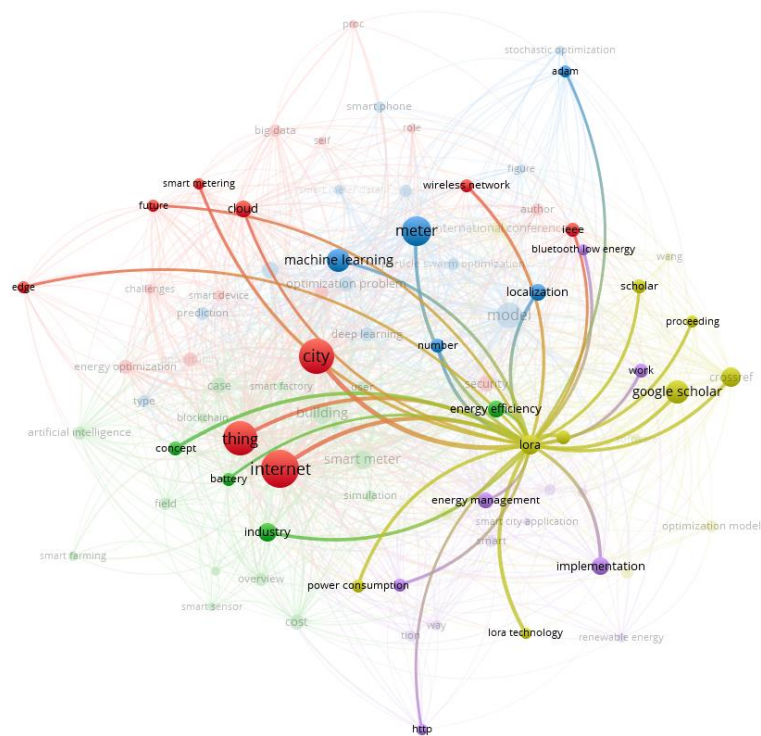
Site ID (UMI)	Site Name	alamat
M00-3B-10061	Cikondong 2	Kamp. Cikondong Hilir RT, 003 RW, 03 Kel, Desa Cikondong Kec, Cikondong Kab, Sukabumi
M00-3B-10073	KAMPUNG SARULEBAH	Kampung Lebok Sari / Sukasari RT, 004 RW, 007 Kel, Seta Ratu Kec, Cibareum Kodja Tasikmalaya
M00-3B-10070	KOTA KALER 2	Jl. Sebelas April No.47 RT 041/RW014 Kel, Kotalakser Kec, Sumedang Utara Kab, Sumedang, Prop. Jabar,
M00-3B-10114	SELAGEJANG	Kp. Ciklangap RT, 02 RW, 01 Desa Selagejeng Kec, Cibeber Kab, Cianjur
M00-3B-10116	CEMARAGAS	Jl. Rencagede RT, 029 RW, 011 Kel, Cemaragas Kec, Cimaragas Kab, Ciamis
M00-3B-10115	KARANG SARU	Dusun Karangari RT, 004 RW, 002 Kel, Putra Pinggan Kec, Kalipucang Kab, Ciamis
M00-3B-10074	Sianak	Jorong Kito Gadang Karagaran Kito Gadang Kec 31 Kito, Kab Agam
M00-SB-10029	Indarung Ulu Gebut	Tanuko Rudi RT,16 RW,014, Kel, Limau Manis Selatan, Kec, Pauh, Kota Padang
M00-SB-10030	Unend	Jl. Kota Panjang, Kel, Limau Manis RT,08 RW,02 Kota Padang
M00-JT-02522	Rengdadi	Dusun Rengdadi, Ds Rengdadi, Kec Cimarungu
M00-3B-02516	Ujung Gebang	Desa Ujung Gebang Kec, Susukan
M00-3B-10090	SINDANG RESME	Kp. Cikawing RT, 01 RW, 03 Kel, Cikidang Kec, Rongga Kab, Bandung Barat
M00-SB-10045	SUTAN SYAHAR	Jl. Sultan Syahrir 139 Kel, Silang Bawah, Kec, Padang Panjang Barat
M00-SB-10028	KOMPETI BTK	Jl. Sungai Lerek, kmpet, BTK (Pembda) RT,04 RW,06, Kel, Sungai Sapi, Kota Padang
M00-F2-10111	Villa Maya	Jl. Diponegoro Komp, Perum Delta Villa Blok D R02/13 Kel Tiban Baru Kec, Selupang Kodja Batam
M00-F2-10108	Petai Lestari	Jl. B, Sudam Srik Karti R04/RW01 Kel, Petai Lestari Kec,Selupang Batam
M00-F2-10112	Pelembuan Batu Ampar	Jl. Karayu Komplek Megaexpta Industrial Estate Kel, Batu Merah Kec, Batu Ampar Kodja Batam
M00-3B-10012	Kali Gandu	Kamp. Kaligandu RT, 03 RW, 02 Kel, Warangguj Kec, Teluk Jembe Kab, Karawang
M00-3B-10058	Cigandok	Desa Ciklangap RT, 001 RW, TG Kel, Ciklangap Kec, Lenglong Kab, Sukabumi
M00-3B-10059	Laji	Desa Laji RT, 000 RW, TM Kel, Laji Kec, Simpanan Kab, Sukabumi
M00-3B-10062	Betunanggal	Jl. Batu Nanggal R / RW Kel, Batu Nanggal Kec, Pelembuan Ratu Kab, Sukabumi
M00-3B-10094	Cikondong/berikot	Rt,04 Rv, 07 Kel, Cikondong Lur, Kec, Cikondong Kab, Indramayu
M00-3B-08822	Kebon Jati / Kota Kaler	Dusun Kubang Jaya RT,04/Rw,05 Kel, Kebun Jati Kecamatan Sumedang Utara Kab Sumedang Prop Jabar
M00-3B-10003	Wanaraga	Ds. Stasin Wanaraga (Cikole) RT, 001 / RW, Kedu, Wanaraga Kec, Wanaraga, Kab, Garut,
M00-3B-10013	Taman Mekar	Kamp. Parung Lakarna RT, 001 RW, 03 Kel, Taman Sari Kec, Pangkajene Kab, Karawang
M00-JS-10054	Ganggang Panjang	Jl. Bele Panjang R03/Rw01 Kel, Ganggang Panjang Kab, Sidoarjo
M00-3B-10060	Cuslok Sukabumi	Kp. Gunung Geulis RT,014/RW,05 Kel, Cuslok Kec, Cuslok Kab, Sukabumi
M00-3B-10063	Lenglong	Kampung Lenglong RT, 18 RW, 05 Kel, Lenglong Kec, Lenglong Kab, Sukabumi
M00-3B-10113	Kampung Warang Bitang	Kp. Warang Bitang 016 RT, 003 RW, 01 Desa Sakagaji Kec, Cempaka Kab, Cianjur
M00-JP-10055	Pileng	Jl. Rame Barer R22/Rw10 Kel Pileng Kec, Wonorejo Kab, Sidoarjo
M00-3B-10094	Kilepa Candang	Kampung Kilepa Candang Desa Sudayagiring Kec, Sukabumi Kab, Sukabumi
M00-3B-10010	SUNGAI BUNTU	Dusun Tagal RT,01 / RW,11 Ds Sungai buntu Kec, Pedes Kab, Karawang
M00-3B-10011	CEMARA	Dusun Cemara 1 Utara RT,01 / RW 02 Kel, Camara Jaya Kec, Cibayuh Kab, Karawang
M00-3B-10076	Cumbuluit	Jl. Bukit Raya Bawah Kel, Cumbuluit Kec Cikidang Kodja Bandung
M00-3B-10072	Manglubum MG	Kp. Sindangreret RT-05 Rv05 Kel, Cipawitra Kec, Manglubum Tasikmalaya
M00-BT-10017	CROTTOK	Jl.Pasar Laban komplek Antam Cikotok Kab,Lebak
M00-3B-10079	KOPPO	Jl. Sadang RT,03/ RW016 Kel Margahayu Tengah Kec Margahayu Kab, Bandung

Gambar 3.13. List Data Site PT. Telkom

Pada Gambar 313, terlihat 20890 data site record PT. Telkom di Indonesia

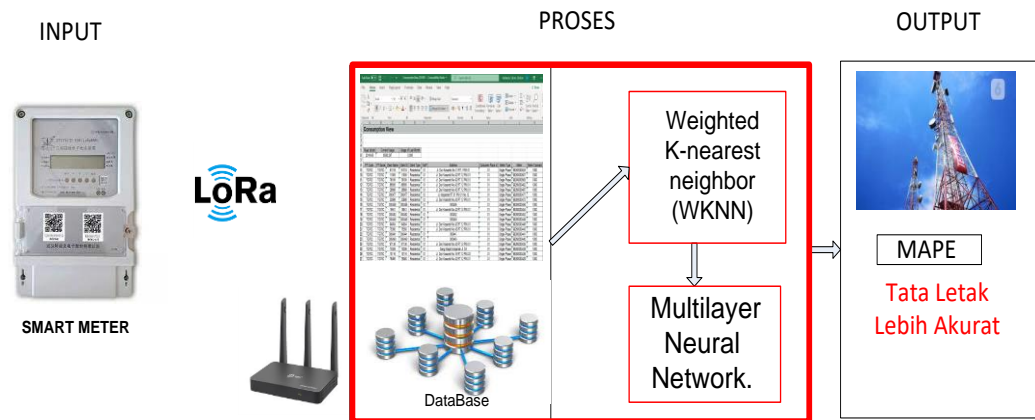
3.8 GAP Penelitian

Gap penelitian lebih mendalam menggunakan *density visualitation* pada Vos Viewer dari extract data dari Publish and perish dengan threshold 734, pada advancel layout parameter dengan maksimal 1000 iterasion, memiliki step size convergence senilai 0.001 persen. Artinnya usulan penelitian dengan meneliti tentang LoRa yang meneliti dengan *machine learning*, LoRa dengan *smart meter*, namun belum di temukan topik penelitian yang berkesinambungan antara LoRa, *machine learning* dan *smart meter digital*



Gambar 3.14. Gap Penelitian dari Vos Viewer

3.9 Keterbaharuan Yang Di Usulkan



Gambar 3.175. Keterbaharuan yang diusulkan

Penggunaan mesin learning pada pemasangan jaringan komunikasi IOT berbasis LORa sudah sangat diperlukan karena dengan menggunakan *machine learning* diharapkan terjadinya efesiensi dan QoS menjadi lebih optimal dari penggunaan peralatan yang di gunakan, tentu juga dapat dibandingkan dengan menggunakan propagation. Pendekatan *machine learning* dikembangkan untuk pemasangan berdasarkan kekuatan sinyal yang diterima (RSS) dari tower gateway LoRa. Pendekatan yang diusulkan hanya mengasumsikan pengetahuan tentang kedekatan dari sinyal yang diterima RSS dari lingkungan. Skema *existing* yang diusulkan mengintegrasikan *K-Nearest Neighbor* (WKNN) dan *K-Means* dan *Multilayer Neural Network*. Integrasi memanfaatkan kemampuan pengelompokan yang kuat dari WKNN dan K-Means dan mengimplementasikan jaringan saraf yang dapat memperkirakan posisi dalam setiap cluster. Hasil eksperimen diharapkan untuk menunjukkan pendekatan yang diusulkan di dua lingkungan urban dan rural.

I. JADWAL PENELITIAN

Untuk mencapai target penelitian/ disertasi, maka penulis menyusun rencana kegiatan berupa jadwal kegiatan yang berguna untuk memastikan agar capaian yang ditetapkan dapat dipenuhi sesuai waktu yang telah ditetapkan termasuk target luaran berupa 2 (dua) buah publikasi. Adapun jadwal yang akan digunakan sebagai berikut :

NO	KEGIATAN	BULAN															Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	SBK	■															
2.	Ujian Kualifikasi		■														
3.	Evaluasi Progres 1			■	■	■											
4.	Luaran 1						■	■	■								Jurnal Internasional
5.	Evaluasi Progres 1						■	■	■								
6.	Evaluasi RKP									■	■	■					
7.	Sidang Tertutup												■				
8.	Luaran 2													■	■	■	Jurnal Internasional
9.	Sidang Terbuka													■	■	■	

Target Jurnal:

1. Jurnal International Journal of Electrical and Computer Engineering - <http://ijece.iaescore.com>
2. Indonesian Journal of Science and Technology (IJoST) <https://ejournal.upi.edu/index.php/ijost>

II. TEMPAT PENELITIAN

No.	Lokasi	Alamat	Pemilik / Pengelola
1	PT. TELKOM	PT. TELKOM	PT. TELKOM

2	PT PLN	PLN	PLN
3	Universitas Gunadarma	Jl. Margonda Raya, Depok	Universitas Gunadarma

III. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Katsikides, *The societal impact of technology*. books.google.com, 2018.
- [2] O. Khutsoane, B. Isong, and ..., "IoT devices and applications based on LoRa/LoRaWAN," *IECON 2017-43rd Annu. ...*, 2017, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8217061/>.
- [3] T. Hancke, C. B. Besant, M. Ristic, and T. M. Husband, "Human-Centred Technology," *IFAC Proc. Vol.*, vol. 23, no. 7, pp. 59–66, 1990, doi: 10.1016/s1474-6670(17)52137-0.
- [4] P. Holland and A. Bardoel, *The impact of technology on work in the twenty-first century: Exploring the smart and dark side*. Taylor & Francis, 2016.
- [5] I. K. A. Enriko, A. Z. Abidin, and A. S. Noor, "Design and Implementation of LoRaWAN-Based Smart Meter System for Rural Electrification," ... *Int. Conf.* ..., 2021, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9538704/>.
- [6] P. Gkotsiopoulos, D. Zorbas, and ..., "Performance Determinants in LoRa Networks: a Literature Review," ... *Surv. Tutorials*, 2021, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9463416/>.
- [7] M. Suryanegara, A. S. Arifin, M. Asvial, K. Ramli, M. I. Nashiruddin, and N. Hayati, "What are the Indonesian Concerns about the Internet of Things (IoT)? Portraying the Profile of the Prospective Market," *IEEE Access*, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2885375.
- [8] M. Bor and U. Roedig, "LoRa transmission parameter selection," *Proc. - 2017 13th Int. Conf. Distrib. Comput. Sens. Syst. DCOSS 2017*, vol. 2018-January, pp. 27–34, 2018, doi: 10.1109/DCOSS.2017.10.
- [9] R. Z. Thamrin, O. N. Samijayani, and ..., "Implementation of LoRa End-Device in Sensor Network System for Indoor Application," *2020 IEEE ...*, 2020, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9329003/>.
- [10] F. Neves dos Santos, B. Ertl, C. Barakat, T. Spyropoulos, and T. Turlatti, "Cedo," pp. 377–386, 2013, doi: 10.1145/2507924.2507931.
- [11] S. Dasiga, A. A. R. Bhatia, A. Bhirangi, and ..., "LoRa for the Last Mile Connectivity in IoT," ... *Trends*, 2020, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9337114/>.
- [12] K. H. Phung, H. Tran, Q. Nguyen, and ..., "Analysis and assessment of LoRaWAN," ... *Recent Adv.* ..., 2018, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8325799/>.
- [13] I. K. A. Enriko, A. Z. Abidin, and A. S. Noor, "Design and Implementation of LoRaWAN-Based Smart Meter System for Rural Electrification," ... *Int. Conf.* ..., 2021, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9538704/>.
- [14] Q. Zhou, K. Zheng, L. Hou, J. Xing, and R. Xu, "Design and implementation of open LoRa for IoT," *IEEE Access*, 2019, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8768288/>.
- [15] R. Aprianoro, A. Suharjono, K. Kurnianingsih, and I. K. A. Enriko, "Investigation of Coverage and Signal Quality of LoRaWAN Network in Urban Area," *CENIM 2020 - Proceeding Int. Conf. Comput. Eng. Network, Intell.*

- Multimed.* 2020, pp. 326–331, 2020, doi: 10.1109/CENIM51130.2020.9297982.
- [16] J. Petäjäjärvi, K. Mikhaylov, M. Pettissalo, and ..., “Performance of a low-power wide-area network based on LoRa technology: Doppler robustness, scalability, and coverage,” *Int. ...*, 2017, doi: 10.1177/1550147717699412.
 - [17] A. Lazaro, S. Member, M. Lazaro, and R. Villarino, “Room-Level Localization System Based on LoRa Backscatters,” vol. 9, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3053144.
 - [18] T. Zhuang, M. Ren, X. Gao, M. Dong, W. Huang, and C. Zhang, “Insulation Condition Monitoring in Distribution Power Grid via IoT-Based Sensing Network,” *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 34, no. 4, pp. 1706–1714, 2019, doi: 10.1109/TPWRD.2019.2918289.
 - [19] E. B. A. Elamin, “Modeling and Evaluation of LoRa and Sigfox Low Power Wide Area Networks for Internet of Things.” repository.sustech.edu, 2018, [Online]. Available: [http://repository.sustech.edu/bitstream/handle/123456789/22796/Modeling and Evaluation....pdf?sequence=1](http://repository.sustech.edu/bitstream/handle/123456789/22796/Modeling_and_Evaluation....pdf?sequence=1).
 - [20] A. Yusri and M. I. Nashiruddin, “LORAWAN Internet of Things network planning for smart metering services,” *2020 8th Int. Conf. ...*, 2020, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9166455/>.
 - [21] V. Slaný, A. Lučanský, P. Koudelka, J. Mareček, and ..., “An integrated IoT architecture for smart metering using next generation sensor for water management based on LoRaWAN technology: a pilot study,” *Sensors*, 2020, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/803242>.
 - [22] M. I. Nashiruddin and A. Hidayati, “Coverage and Capacity Analysis of LoRa WAN Deployment for Massive IoT in Urban and Suburban Scenario,” *2019 5th Int. Conf. ...*, 2019, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9166450/>.
 - [23] A. Augustin, J. Yi, T. Clausen, and W. M. Townsley, “A study of Lora: Long range & low power networks for the internet of things,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 16, no. 9, 2016, doi: 10.3390/s16091466.
 - [24] T. T. Branco, I. M. Kawashita, F. de Sá-Soares, and ..., “An IoT application case study to optimize electricity consumption in the government sector,” *Proc. 13th ...*, 2020, doi: 10.1145/3428502.3428511.
 - [25] A. Hidayat, D. Irawadi, A. Hikmaturokhman, and A. Andrianingsih, “Safe zone analysis of lightning protection system in antenna using radome,” 2019, doi: 10.1088/1757-899X/508/1/012080.
 - [26] H. D. Haryoyudhanto, I. Fitri, and A. Aningsih, “Implementasi Encapsulation Jaringan Redudansi VLAN Menggunakan Metode Hot Standby Router Protocol (HSRP),” *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.)*, 2020, doi: 10.31328/jointecs.v5i1.1247.
 - [27] A. Hidayat, H. Gunawan, A. S. Nasution, Andrianingsih, and D. Wahyudi, “Automatic statistics measurement antenna performance towards virtual ground station,” 2020, doi: 10.1088/1757-899X/852/1/012159.
 - [28] A. A. Adjie Santoso, Moh.Iwan Wahyuddin, “Backcup Router Network Optimization to Prevent Link Failure Using the Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Method,” *J. Mantik*, 2019.
 - [29] A. Y. Ahmad, Wahyuddin M. Iwan, “Design and Build Mail Server Systems

Using Zimbra 8.8.15 and Antispam on Proxmox Mail Gateway 5.2,” *J. Mantik*, vol. 4, no. 1, pp. 787–797, 2020.