

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pencemaran Udara

Pencemaran udara merupakan masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain kedalam udara ambien hingga udara ambien tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Udara ambien merupakan udara bebas pada lapisan troposfir bumi yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lainnya. Pencemaran diakibatkan oleh emisi yang terbentuk akibat dari aktivitas manusia, karenanya terdapat mutu emisi yang mengatur jangkauan jumlah emisi yang boleh dibuang ke udara ambien (Presiden Republik Indonesia, 1999).

Sebagai upaya mencegah terjadinya pencemaran udara, pemerintah membentuk baku mutu udara ambien (Presiden Republik Indonesia, 1999). Berdasarkan (Presiden Republik Indonesia, 1999) baku mutu udara ambien terbagi menjadi baku mutu udara ambien nasional dan baku mutu udara ambien udara daerah. Baku mutu udara ambien daerah ditentukan berdasarkan baku mutu udara ambien pusat serta kondisi lingkungan daerahnya. Apabila pemerintah daerah belum menetapkan baku mutu udara ambien daerahnya, maka yang berlaku adalah baku mutu udara ambien nasional. Adapun baku mutu udara ambien nasional dapat dibaca pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Udara Ambien Nasional

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1.	SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 Jam	900 ug/Nm ³	Pararosanilin	Spektrofotometer
		24 Jam	365 ug/Nm ³		
		1 Tahun	60 ug/Nm ³		
2.	CO (Karbon Monoksida)	1 Jam	30.000 ug/Nm ³	NDIR	NDIR Analyzer
		24 Jam	10.000 ug/Nm ³		
		1 Tahun	10.000 ug/Nm ³		
3.	NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 Jam	400 ug/Nm ³	Saltzman	Spektrofotometer
		24 Jam	150 ug/Nm ³		
		1 Tahun	100 ug/Nm ³		
4.	O ₃ (Oksidan)	1 Jam	235 ug/Nm ³	Chemiluminescent	Spektrofotometer
		1 Tahun	50 ug/Nm ³		
5.	HC (Hidro Karbon)	3 Jam	160 ug/Nm ³	Flame Ionization	Gas Chromatografi
6.	PM ₁₀	24 Jam	150 ug/Nm ³	Gravimetric	Hi – Vol
	PM _{2.5}	24 Jam	65 ug/Nm ³		
		1 Tahun	15 ug/Nm ³		
7.	TSP (debu)	24 Jam	230 ug/Nm ³	Gravimetric	Hi – Vol
		1 Tahun	90 ug/Nm ³		
8.	Pb (Timah Hitam)	24 Jam	2 ug/Nm ³	Gravimetric	Hi – Vol
		1 Tahun	1 ug/Nm ³		
9.		30 Hari	10 Ton/km ² /bu	Gravimetric	Cannister

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
	Dustfall (Debu Jatuh)		lan (Pemukiman) 20 Ton/km ² /bulan (Industri)	Ekstraktif Pengabuan	
10.	Total Florides (asF)	24 Jam	3 ug/Nm ³	Gravimetric	Impinger atau Continous Analyzer
		90 Hari	0,5 ug/Nm ³		
11.	Flour Indeks	30 Hari	40 ug/100cm ³ dari kertas limed filter		Limped Filter Paper
12.	Khlorine & Khlorine Dioksida	24 Jam	150 ug/Nm ³	Specific Ion Electrode	Impinger atau Continous Analyzer
		30 Hari	1 mg SO ₃ /100 cm ³	Colourimetri c Specific	Lead

Sumber: (Presiden Republik Indonesia, 1999)

Pemerintah Indonesia melalui Stasiun Pemantau Kualitas Udara Ambien memiliki sistem monitoring udaranya sendiri yang kemudian disajikan dalam ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara). Terdapat status warna yang menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi tertentu sesuai dengan hasil penggambaran ISPU berdasarkan dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk

hidup lainnya. Status warna didapatkan berdasarkan angka rentang ISPU pada tabel 2.2. Parameter ISPU terdiri dari partikulat PM₁₀ dan PM_{2,5}, karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur oksida (SO₂), Ozon (O₃) dan hidrokarbon (HC) (Peraturan Pemerintah RI, 2020).

Tabel 2. 2 Kategori Angka Rentang ISPU

Kategori	Status Warna	Angka Rentang
Baik	Hijau	1 – 50
Sedang	Biru	51 – 100
Tidak Sehat	Kuning	101 – 200
Sangat Tidak Sehat	Merah	201 – 300
Berbahaya	Hitam	≥ 301

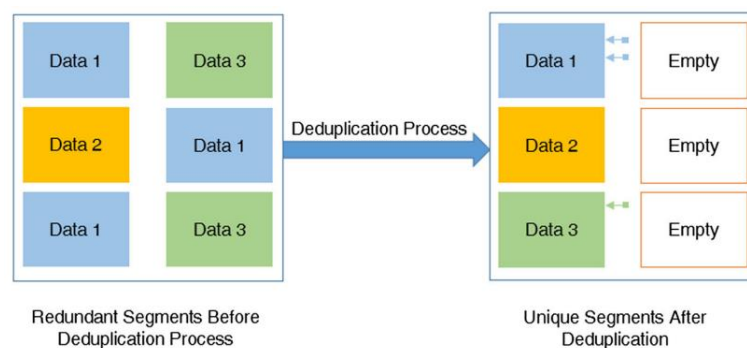
Sumber: (Peraturan Pemerintah RI, 2020)

2. 2. Data Deduplication

Data *deduplication* merupakan metode pendeteksian dan penghapusan data *redundant* sebagai upaya efisiensi penyimpanan (Zhang and Deng, 2017). Berbeda dengan kompresi data, *data deduplication* dapat mereduksi data *redundant* secara *inter-file* dan *intra-file* ketika kompresi data hanya mereduksi data *redundant* secara *inter-file* saja (Michiels and ACM Digital Library., 2008). Secara umum, proses kerja *data deduplication* terdiri dari *Chunking*, *Fingerprinting*, pembentukan *mega chunks*, deteksi duplikasi, pembaruan indeks serta menyimpan data unik (Malhotra and Bakal, 2015).

Chunking merupakan proses membagi-bagi data menjadi beberapa *chunk*. Besar *chunk* dapat didefinisikan dalam ukuran tetap atau dinamis tergantung algoritma *data deduplication* yang digunakan. *Fingerprinting* merupakan proses membentuk *hash value* atau *hash signature* (Michiels and ACM Digital Library.,

2008) dari data *chunk*. Pembentukan *mega chunk* merupakan proses menyatukan data *chunk* yang telah melalui *fingerprinting* dengan tujuan untuk mengurangi *overhead* metadata. *Hash signature* dari data *chunk* dibandingkan dengan indeks dalam metadata yang menyimpan data-data unik dalam penyimpanan untuk mendeteksi duplikasi. Apabila tidak terdeteksi duplikasi maka data *chunk* tersebut adalah data unik sehingga data tersebut disimpan dalam penyimpanan kemudian indeks diperbarui sebagai patokan dalam deteksi duplikasi berikutnya. Apabila terdeteksi duplikasi, dilakukan penanganan sesuai dengan algoritma data deduplikasi yang digunakan.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Proses Deduplikasi Data

Sumber: (Kaur, Chana and Bhattacharya, 2018)

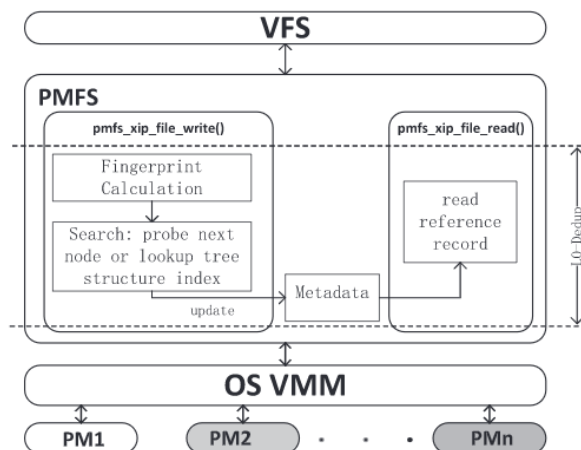
Secara umum, deduplikasi data dapat dibedakan berdasarkan penempatan deduplikasi, waktu deduplikasi, serta algoritma deduplikasi (Michiels and ACM Digital Library., 2008). Berdasarkan penempatan, deduplikasi data dibagi menjadi *client based* dimana proses deduplikasi dilakukan seluruhnya di *client*, *deduplication appliance* dimana proses deduplikasi dilakukan oleh pihak ketiga, serta *storage arrays* dimana proses deduplikasi dilakukan di *server* atau tempat penyimpanan data dari *client*. Berdasarkan waktu deduplikasi, deduplikasi data

terbagi menjadi *synchronous/in-band deduplication* dimana deduplikasi dilakukan sebelum data ditulis di penyimpanan data dan *asynchronous/out-band deduplication* dimana deduplikasi dilakukan dalam kurun waktu tertentu. Berdasarkan algoritma deduplikasi, terbagi menjadi *Whole File Hashing*, *Sub File Hashing*, dan *Delta Encoding*.

Deduplikasi data adalah hal yang esensial dalam teknologi penyimpanan sekarang dan diperkirakan bahwa deduplikasi data adalah cara pintas dalam optimalisasi kapasitas penyimpanan data (Michiels and ACM Digital Library., 2008). Bagaimanapun, terdapat beberapa tantangan yang masih perlu diatasi dalam pengembangan deduplikasi data, yaitu terdiri dari rasionalitas pembagian *chunk*, optimasi performa, memastikan reabilitas data, skalabilitas sistem, dan penempatan data hasil deduplikasi (Zhang and Deng, 2017). Dibandingkan dengan sistem optimalisasi penyimpanan lain, deduplikasi data memiliki *overhead* yang cukup besar baik dalam proses komputasi ataupun penyimpanannya. Oleh karena itu, pengembangan metode deduplikasi data harus tetap dilakukan.

2.3. Low-Overhead Inline Data Deduplication

Low-Overhead Inline Data Deduplication (LO-Dedup) merupakan teknik deduplikasi data menggunakan jenis *in-band deduplication* atau dalam penelitian lain disebut sebagai *inline deduplication* (Chen *et al.*, 2021). LO-Dedup menggunakan dua level *fingerprinting* yaitu *weak fingerprint* dan *strong fingerprint*. *Weak fingerprint* memungkinkan proses *fingerprinting* yang lebih efisien karena dapat cepat mengenali duplikasi dan menghindari proses *fingerprinting* yang lebih berat dengan *strong fingerprint*.



Gambar 2. 2 Ilustrasi Proses Kerja Low-Overhead Inline Data Deduplication pada *persistant memory*

Sumber: (Chen *et al.*, 2021)

Secara sederhana, *Low-Overhead Inline Data Deduplication* bekerja diawali dengan membagi data yang akan disimpan dalam beberapa *chunk*. Setiap *chunk* diterapkan algoritma *hash* menghasilkan *fingerprint* dan disimpan dalam bentuk *fingerprint-chunk*. Menggunakan *fingerprint*, data *chunk* dianalisa apakah data tersebut termasuk duplikasi atau tidak. Apabila terdeteksi duplikasi, data tidak disimpan dalam penyimpanan melainkan disimpan dalam metadata.

Metadata secara etimologi adalah “data-dalam-data”, data metadata mendeskripsikan mengenai informasi yang dibutuhkan (Riley, 2017). Metadata dalam *Low-Overhead Inline Deduplication* merupakan tempat menyimpan data *fingerprint* unik yang sebelumnya telah terdeteksi. Metadata ini berfungsi memberikan penjelasan mengenai lokasi bagian-bagian data dalam database untuk setiap hasil pembacaan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, LO-Dedup memiliki performa yang lebih baik dan waktu penulisan data yang cukup apabila dibandingkan dengan

metode deduplikasi data biasa tanpa LO-Dedup (Chen *et al.*, 2021). Peningkatan performa LO-Dedup dibantu oleh penggunaan *adaptive sampling deduplication detection*. *Adaptive sampling deduplication detection* adalah pembatasan sistem ketika pendeteksian data duplikasi. Apabila dalam $D\%$ blok data awal sistem tidak menemukan adanya duplikasi maka sistem dapat melewati blok sisanya. Namun, apabila sebelum $D\%$ yang ditentukan terdeteksi adanya duplikasi maka proses pendeteksian duplikasi dilakukan secara menyeluruh. Hal ini membuat performa deduplikasi menjadi lebih cepat karena mengurangi *workload* deduplikasi.

2.4. GreenIoT

Internet of Things merupakan *network of things* atau jaringan dari berbagai hal, dengan identifikasi elemen yang jelas, perangkat tertanam dengan kecerdasan khusus, sensor, serta konektivitas internet dimana saja (Rayes and Salam, 2019). Ide utama IoT adalah untuk menghubungkan apapun kemudian memprosesnya melalui internet untuk pengontrolan atau monitoring. Seiring perkembangan teknologi jaringan membuat IoT semakin dilirik karena ide utamanya untuk membuat setiap benda dapat saling berkomunikasi dan terhubung sehingga benda tersebut dapat dikontrol dan dimonitoring dimana saja dan kapan saja.

Konsumsi energi yang cukup besar dapat saja terjadi dengan penggunaan IoT global yang terus menaik, bahkan konsumsi energi tersebut dapat saja mencapai jumlah yang belum pernah terjadi sebelumnya (Liu and Ansari, 2019). Sebagai upaya mengurangi konsumsi energi dari setiap perangkat IoT maka teretuslah konsep *Green IoT*. *Green IoT* secara sederhana merupakan versi IoT dengan konsumsi daya rendah (Ahmad *et al.*, 2019).



Gambar 2. 3 Green Internet of Things

Sumber: (Arshad *et al.*, 2017)

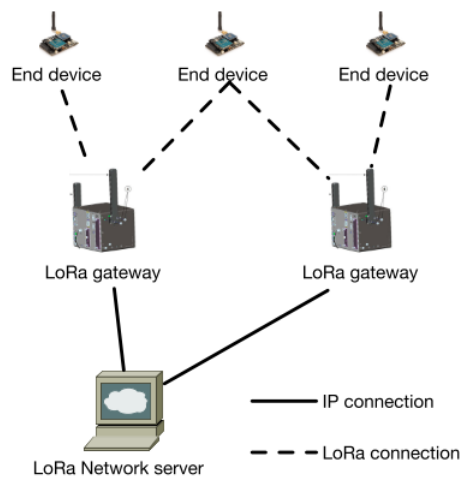
Green pada *Green IoT* merujuk pada karakteristik konsep tersebut yaitu untuk menjadi ramah lingkungan serta hemat energi yang diwujudkan baik dalam tingkatan *hardware* ataupun tingkatan *software* (Ahmad *et al.*, 2019). Dari karakteristik tersebut, pada arsitektur *Green IoT* biasanya dilengkapi dengan teknologi seperti *Green Cloud Computing*, *Green RFID*, *Green WSN*, *Green Machine-to-Machine*, serta *Green Data Centers* (Khan *et al.*, 2021).

Masalah yang terdapat dalam *Green IoT* adalah tidak adanya arsitektur umum yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mempermudah pengembangan agar lebih berfokus pada hal yang lebih mendasar (Arshad *et al.*, 2017). Karenanya, dibutuhkan sebuah standarisasi khusus. Panitia standarisasi telah dibentuk untuk menetapkan standarisasi arsitektur *Green IoT* dan tengah berfokus pada misi untuk menentukan protokol yang dapat menghubungkan antara jaringan yang bermacam-macam dengan berbagai macam variasi perangkat yang beragam (Khan *et al.*, 2021).

2. 5. LoRa dan LoRaWAN

LoRa merupakan teknologi jaringan yang berhasil dikembangkan oleh *LoRa Alliance* pada tahun 2012 (Widiyanto *et al.*, 2022) dan menjadi salah satu solusi

populer untuk kebutuhan pengiriman data jarak jauh (Devalal and Karthikeyan, 2018). LoRa memanfaatkan teknologi *radio modulation LoRa* dari Semtech corporation (Fehri *et al.*, 2018), hingga terbentuk standarisasi yang kemudian disebut dengan LoRaWAN (*Long Range Wide-Area-Network*) (Thampi *et al.*, 2020). LoRaWAN mengatur arsitektur jaringan, protokol komunikasi, frekuensi operasi, serta cara kerja perangkat yang terkoneksi.



Gambar 2. 4 Ilustrasi Hubungan *End-Device*, *Gateway*, dan *Server* pada LoRaWAN

Sumber: (Augustin *et al.*, 2016)

Arsitektur LoRaWAN terbagi menjadi tiga bagian yaitu *end-device*, *gateway*, dan *server* (Augustin *et al.*, 2016). *End-Device* menggunakan LoRa berkomunikasi dengan *gateway*. *Gateway* kemudian meneruskan data mentah dari *end-device* menuju server menggunakan *backhaul* dengan *throughput* yang lebih besar seperti *Ethernet* atau 3G. Data mentah dari *gateway* diproses oleh server untuk digunakan oleh user. *Gateway* pada LoRaWAN berperan hanya sebagai relay antara *end-device* dengan server. Kesulitan terbesar mengenai komunikasi antara *end-device* dengan *gateway* adalah *collision* atau adanya tubrukan pengiriman data

akibat ada dua atau lebih *end-device* yang mencoba berkomunikasi dengan *gateway* dalam satu waktu. Disebutkan bahwa *collision* ini adalah faktor terbesar yang dapat menyebabkan menurunnya performa LoRaWAN (Fehri *et al.*, 2018).

LoRa pada LoRaWAN berkomunikasi dengan gateway dengan menggunakan teknik modulasi *Chirp Spread Spectrum* (Devalal and Karthikeyan, 2018). *Chirp Spread Spectrum* adalah teknik yang dapat memperbesar ukuran sinyal data dengan *chirp signal* sehingga membuat bandwidth yang diberikan semakin besar namun menurunkan nilai noise dan interferensi yang terjadi pada sinyal data walaupun jarak pengiriman data cukup jauh.

2.6. Mikrokontroller

Mikrokontroller merupakan sebuah *Integrated Circuit* dengan dukungan fitur-fitur penting seperti CPU, RAM, EPROM, serta Flash Memory (Kamal, 2012). *Flash memory* pada mikrokontroller memungkinkan mikrokontroller untuk diprogram sehingga alur kerja mikrokontroller dapat sesuai dengan kebutuhan. Pin *Bidirectional I/O* memungkinkan mikrokontroller untuk melebarkan fungsinya dengan bantuan sensor serta aktuator dari pihak ketiga.

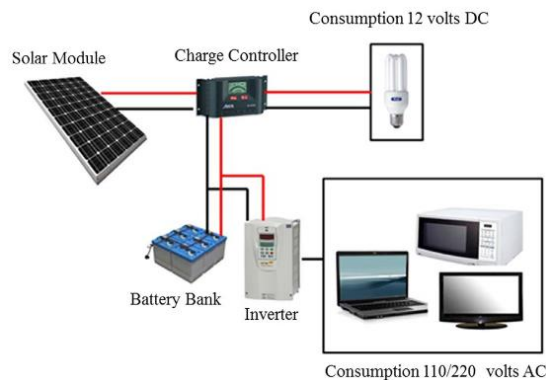
2.7. Sensor

Sensor merupakan perangkat yang dapat mengkonversi fenomena fisik menjadi sinyal elektrik yang dapat dibaca oleh perangkat elektronik seperti mikrokontroller atau PC (Wilson, 2004). Sensor dan aktuator sama-sama menjadi jembatan antara fenomena fisik dengan perangkat elektronik. Perbedaan antara keduanya adalah bahwa aktuator mengkonversi sinyal elektrik dari perangkat elektronik menjadi fenomena fisik sedangkan sensor mengkonversi fenomena fisik

menjadi sinyal elektrik. Perkembangan IoT membuat urgensi *ekstraksi* data semakin tinggi sehingga banyak manufaktur berlomba menciptakan banyak jenis sensor untuk *ekstraksi* data beragam fenomena fisik.

2. 8. Energi Surya

Energi surya dikenal menjanjikan untuk dimanfaatkan karena pasokannya yang tidak terbatas, tersebar dimana saja, serta ramah lingkungan. Pemanfaatan energi surya dapat melalui *photothermal*, *photovoltaic*, dan *photocatalytic* (Gong, Li and Wasielewski, 2019). Photovoltaic dengan efek *photovoltaic* yang terjadi pada bahan semikonduktor, akibat efek *photovoltaic* ini energi surya terkonversi menjadi energi listrik. Agar energi listrik dari *photovoltaic* energi surya dapat digunakan, biasanya memerlukan beberapa komponen pendukung seperti *charge controller*, *battery bank*, dan *inverter* (Sampaio and González, 2017).



Gambar 2. 5 Sistem Photovoltaic

Sumber: (Sampaio and González, 2017)

Charge controller merupakan komponen pada sistem *photovoltaic* yang berfungsi sebagai pelindung baterai karena dapat mencegah *over charge* pada baterai (Dakkak and Hasan, 2012). *Battery bank* berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi, sehingga pada malam hari sistem tetap dapat memasok energi

ke beban (Abu Eldahab, Saad and Zekry, 2016). *Inverter* mengkonversi listrik DC dari sistem *photovoltaic* menjadi listrik AC. *Inverter* biasanya digunakan pada sistem *photovoltaic* tipe grid connected, dimana keluaran dari *inverter* diteruskan menuju jaringan listrik yang bekerja (Alsadi and Khatib, 2018).

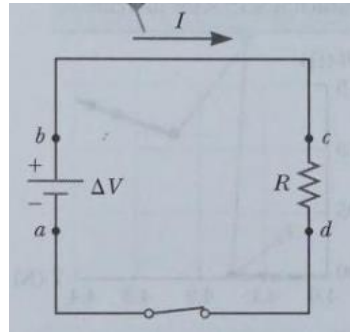
2. 9. Platform Android

Penggunaan *smartphone* menjadi hal yang menyatu dengan keseharian, *smartphone* telah betransformasi sebagai bagian yang esensial dalam komunikasi dan keseharian. Sebagai *operating system*, platform android sukses mendominasi pasar *smartphone* di dunia (Ma, Gu and Wang, 2014). Android merupakan *operating system opensource* milik Google yang didasarkan pada sistem Linux dan aplikasi didalamnya dapat diprogram dalam bahasa pemrograman Java dan Kotlin melalui Android IDE.

2. 10. Cloud Computing

Cloud computing merupakan teknologi yang memberikan aplikasi dan kemampuan teknologi informasi sebagai layanan yang tersedia melalui internet dengan skema *pay-as-you-go* dan *on demand basis* (Kapil et al., 2017). Terdapat tiga model layanan pada *cloud computing* yaitu *Software as a Service (SaaS)*, *Platform as a Service (PaaS)*, dan *Infrastructure as a Service (IaaS)*. Banyak perusahaan besar seperti Google, Microsoft, dan Amazon membangun platform *Cloud Computing*-nya sendiri dan dengan kesadaran pada keberlangsungan lingkungan ketiga perusahaan tersebut gencar mengadopsi konsep *green cloud computing* untuk menyediakan layanan yang ramah lingkungan (Jayalath et al., 2019).

2. 11. Daya Listrik



Gambar 2. 6 Rangkaian baterai dan resistor yang terhubung secara seri

Berdasarkan (Serway and Jewett, 2014) pada buku “*Physics for scientists and engineers with modern physics*”, dalam rangkaian elektrik energi dikirimkan melalui transmisi listrik dari sumber seperti baterai menuju perangkat elektrik seperti lampu. Bayangkan muatan listrik yang mengalir searah jarum jam pada rangkaian di Gambar 2.6 dari titik a melalui negatif baterai dan kembali ke titik a. Saat muatan bergerak dari titik a menuju negatif baterai dan melewati positif baterai, energi potensial sistem bertambah sebanyak $Q\Delta V$ dengan energi potensial kimiawi dari baterai berkurang dengan jumlah yang sama. Kemudian, saat muatan bergerak dari titik c ke titik d energi potensial sistem yang awalnya bertambah saat bergerak dari titik c ke titik d akan berkurang karena adanya transformasi dari energi potensial sistem menjadi energi internal dari resistor tersebut. Ketika muatan kembali bergerak dari titik d ke titik a maka energi potensial kimiawi dari baterai telah dikirimkan ke resistor dan menjadi energi internal dari resistor tersebut. Secara matematika proses ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{dU}{dt} = \frac{d}{dt} (Q\Delta V) = \frac{dQ}{dt} \Delta V = I\Delta V \quad (2. 1)$$

Apabila daya (P) merupakan besar laju energi yang dikirimkan ke resistor maka persamaan 2.1 dapat menjadi sebagai berikut:

$$P = I\Delta V \quad (2. 2)$$

P merupakan daya dengan satuan watt, I adalah arus dengan satuan ampere, dan ΔV adalah tegangan dalam satuan volt.

2. 12. Bit Error Rate (BER)

BER adalah perhitungan error pada proses pengiriman data dalam sistem radio. Perhitungan BER dilakukan pada setiap bit data dalam pengiriman data dengan perbandingan data masuk dan data keluar dari sistem radio tersebut (Breed, 2003). Perhitungan BER dapat dilakukan menggunakan rumus (2.3) berikut:

$$BER = \frac{Error}{Jumlah\ bit\ yang\ dikirim} \quad (2. 3)$$

Perhitungan BER dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kesalahan yang dilakukan dalam suatu transmisi data dalam tingkatan bit. Kesalahan tersebut bisa saja terjadi dalam komunikasi nirkabel diakibatkan oleh adanya *noise* dalam channel transmisi, distoris, interferensi, dan lainnya.

2. 13. Penelitian Terkait

Penelitian Deteksi Duplikasi Data pada Sistem Monitoring Kualitas Udara didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan. Penelitian terkait yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Penelitian Terkait

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tahun	Pembahasan
1	Low-Overhead Inline Deduplication for Persistent Memory	Wande Chen, Zhenke Chen, Dingding Li, Hai Liu, dan Yong Tang.	2020	Penelitian ini membahas mengenai sistem deduplikasi bernama <i>Low-Overhead Inline Deduplication System</i> yang merupakan pengembangan dari sistem deduplikasi sebelumnya dan dirancang khusus untuk dapat berjalan dengan baik dengan <i>Persistent Memory</i>
2	Data Reduction in a Low-Cost Environmental Monitoring System	Juan Botero Valencia, Luis Castano Londono, David Marques	2019	Penelitian ini membahas mengenai pengaplikasian metode <i>reduction</i>

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tahun	Pembahasan
	Based on LoRa for WSN	Viloria, dan Mateo Rico Gracia		<i>data</i> pada pengukuran partikulat (PM) dengan tujuan untuk menghemat energi, mengurangi waktu transmisi data, menjaga <i>channel</i> tetap tersedia, dan menghemat penyimpanan data.
3	Analysis of Green IoT	Nitasha Khan, Aznida Abu Bakar Sajak, Muhammad Alam, dan M.S Maliham	2020	Penelitian ini membahas mengenai gambaran mengenai Green IoT mulai dari penelitian yang telah dilakukan, tantangan yang dihadapi, peluang,

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tahun	Pembahasan
				serta arah kedepan dari Green IoT.

Perbedaan penelitian “Deteksi Duplikasi Data pada Sistem Mointoring Kualitas Udara Berbasis IoT” dengan penelitian lain yang disebutkan pada tabel 2.11 adalah bahwa penelitian ini berfokus pada penggunaan metode deteksi duplikasi data sistem pada lingkungan IoT dengan tujuan untuk mengurangi ukuran data yang akan dikirimkan melalui LoRa untuk mencapai prinsip *green* IoT.