

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pemantauan polusi udara di perkotaan bukanlah bidang penelitian baru, banyak sistem pemantauan telah direncanakan dengan biaya rendah yang dilengkapi dengan Sensor-GPRS, atau dirancang sebagai sistem pemantauan global (Ali dkk., 2018). Teknologi informasi yang canggih memungkinkan kita untuk menangkap catatan tingkat pencemaran udara secara berkala. Akumulasi data cukup besar dan sangat berguna untuk menganalisis implikasi pada kesehatan masyarakat. Proses analitik seperti itu paling sesuai dijalankan pada *platform cloud computing* dapat memberikan pemrosesan komputasi yang ekonomis dan efisien melalui internet ke perangkat lunak sistem di pusat data (Saranya dan Sunitha, 2012).

*Platform* pemantauan udara untuk lingkungan dalam ruangan yang terhubung ke sistem pelaporan untuk respons kesehatan pribadi. *Platform* ini juga dapat dikembangkan menjadi sistem peringatan untuk subjek rumah tangga jika tingkat polutan melebihi ambang batas. Analisis data pada set data besar seperti itu juga dapat diperluas ke bidang penelitian akademis lainnya, termasuk layanan kesehatan dan sistem informasi geografis (Ho dkk., 2015).

Suatu pola distribusi spasial pada unsur karbon organik dalam tanah sangat penting untuk di pelajari pada proses ekosistem, penerapan *ordinary kriging* untuk memodelkan distribusi spasial untuk unsur organik tanah. Sebanyak 100 sampel tanah dikumpulkan dari daerah penelitian dan dianalisis dengan menentukan karbon organik tanah yang teroksidasi menggunakan metode *walkley-black*. Hasil ini menunjukkan bahwa ketergantungan spasial karbon organik tanah mendekati nol. Autokorelasi spasial dari tinggi ke sedang dengan ambang rasio 0,25 dengan kesalahan prediksi adalah 0,64 yang mewakili 58,18% dari data yang diamati rata-rata untuk karbon organik tanah. Oleh karena itu, peta yang dihasilkan dapat berfungsi sebagai *proxy* untuk karbon organik tanah di mana bukti struktur spasial dan estimasi kuantitatif ketidakpastian dilaporkan dan dapat digunakan juga sebagai

panduan untuk berbagai kegunaan termasuk optimalisasi pengambilan sampel tanah (Chabala dkk., 2017).

## **2.2. Pencemaran Udara**

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia. Beberapa definisi gangguan fisik seperti polusi suara, panas, radiasi atau polusi cahaya dianggap sebagai polusi udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global. Pencemaran udara di dalam ruangan dapat memengaruhi kesehatan manusia sama buruknya dengan pencemaran udara di ruang terbuka (Sengkey dkk., 2011).

### **2.2.1. Sumber polusi udara**

Pencemar udara dibedakan menjadi dua yaitu, pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Karbon monoksida adalah sebuah contoh dari pencemar udara primer karena ia merupakan hasil dari pembakaran. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam fotokimia adalah sebuah contoh dari pencemaran udara sekunder. Belakangan ini tumbuh keprihatinan akan efek dari emisi polusi udara dalam konteks global dan hubungannya dengan pemanasan global yang memengaruhinya (Goldstein dkk., 2009).

Karbon monoksida (CO) terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berkaitan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen. Molekul gas karbon monoksida memiliki panjang ikat 0,1128nm. Alasannya adalah orbital molekul yang terisi paling tinggi memiliki energi yang lebih dekat dengan orbital p karbon, yang berarti bahwa terdapat rapatan elektron yang lebih besar

dekat karbon. Sifat *keelektronegativan* karbon yang lebih rendah menghasilkan “awan elektron” yang lebih besar. Hal ini juga merupakan alasan mengapa kebanyakan reaksi kimia yang melibatkan karbon monoksida terjadi pada atom karbon, bukan pada atom oksigen (Gultom dkk., 2014).

#### 2.2.2. Dampak Kesehatan

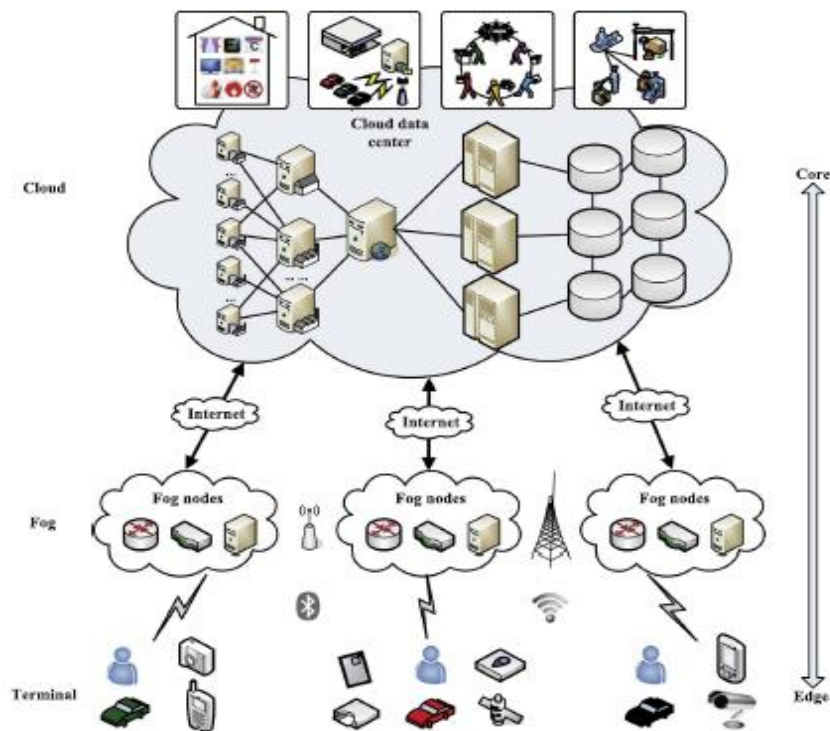
Substansi pencemar yang terdapat di udara dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernapasan. Jauhnya penetrasi zat pencemar ke dalam tubuh bergantung kepada jenis pencemar. Partikulat berukuran besar dapat tertahan di saluran pernapasan bagian atas, sedangkan partikulat berukuran kecil dan gas dapat mencapai paru-paru. Dari paru-paru, zat pencemar diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar ke seluruh tubuh. Dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Atas), termasuk di antaranya, asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan lainnya. Beberapa zat pencemar dikategorikan sebagai toksik dan karsinogenik. Diperkirakan dampak pencemaran udara di Jakarta yang berkaitan dengan kematian prematur, perawatan rumah sakit, berkurangnya hari kerja efektif, dan ISNA pada tahun 1998 senilai dengan 1,8 triliun rupiah dan akan meningkat menjadi 4,3 triliun rupiah pada tahun 2015 (Hermawan dkk., 2016).

### 2.3. *Fog Computing* (Komputasi Kabut)

*Fog Computing* adalah paradigma yang memperluas komputasi dan layanan *Cloud* ke tepi jaringan. Mirip dengan *Cloud*, *Fog* menyediakan layanan data, komputasi, penyimpanan, dan aplikasi kepada pengguna akhir. Karakteristik *fog* yang membedakan adalah kedekatannya dengan pengguna akhir, distribusi geografisnya yang padat, dan dukungannya untuk mobilitas. Layanan di-host atau di tepi jaringan atau bahkan perangkat akhir seperti *set-top-box* atau jalur akses. Dengan demikian, *fog* mengurangi latensi layanan, dan meningkatkan *QoS*, menghasilkan pengalaman pengguna yang superior. *fog Computing* mendukung aplikasi *Internet of Everything (IoE)* yang sedang berkembang yang menuntut latensi *real-time* / prediktif (otomatisasi industri, transportasi, jaringan sensor dan

aktuator). Berkat distribusi geografisnya yang luas, paradigma *fog* diposisikan dengan baik untuk data *realtime* besar dan analisis waktu nyata. *fog* mendukung titik pengumpulan data yang memiliki transaksi data yang padat, sehingga menambahkan sumbu ke empat ke dimensi *Big Data* yang sering disebutkan (volume, variasi, dan kecepatan) (Song dkk., 2017).

*Fog computing* memberikan keuntungan unik untuk layanan di beberapa perusahaan seperti teknologi informasi, hiburan, periklanan, komputasi *personal*, dll. *Fog computing* juga memberikan layanan intensif untuk menunjukkan keuntungan dari paradigma baru, dan mengevaluasi *trade-off* baik dalam penyebaran eksperimental maupun produksi untuk mengatasi potensi masalah penelitian (Naranjo dkk., 2018). Arsitektur *fog computing* bisa dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arsitektur *fog computing* (Song dkk., 2017)

## 2.4. Kriging

Menurut G. Matheron, *kriging* merupakan suatu metode analisis data geostatistika yang digunakan untuk menduga besarnya nilai yang mewakili suatu titik yang tidak tersampel berdasarkan titik tersampel yang berada di sekitarnya

dengan menggunakan model struktural semivariogram (Olea, 1999). *Kriging* juga merupakan suatu metode yang digunakan untuk menonjolkan metode khusus yang meminimalkan variansi dari hasil pendugaan (Fridayani dkk., 2012).

Jika dilihat secara umum, metode *kriging* adalah suatu metode analisis geostatistik untuk menginterpolasi suatu nilai kandungan sebagai contoh kandungan mineral, berdasarkan data sampel yang diambil di tempat-tempat yang tidak beraturan. Banyak metode yang dapat digunakan dalam metode *kriging*, namun berdasarkan diketahui atau tidaknya mean, *kriging* dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu *simple kriging*, *ordinary kriging*, dan *universal kriging* (Cressie, 1997).

1. *Simple kriging*

*Simple kriging* merupakan metode *kriging* dengan asumsi bahwa rata-rata (*mean*) dari populasi telah diketahui dan bernilai konstan. Pengolahan dari metode *simple kriging* adalah dengan cara data spasial yang akan diduga dipartisi menjadi beberapa bagian.

2. *Ordinary kriging*

*Ordinary kriging* merupakan metode yang diasumsikan rata-rata (*mean*) dari populasi tidak diketahui, dan pada data spasial tersebut tidak mengandung trend. Selain tidak mengandung trend, data yang digunakan juga tidak mengandung pencilan.

3. *Universal kriging*

*Universal kriging* merupakan metode *kriging* yang dapat diaplikasikan pada data spasial yang mengandung trend atau data yang tidak stasioner.

## **2.5. Ordinary kriging (kriging biasa)**

*Ordinary kriging* adalah sebuah metode yang diperkenalkan pada awal tahun 1977. Metode ini berfungsi untuk mengoptimisasi estimasi *unbiased* suatu titik dengan menggunakan semi semivariogram dan sekumpulan data *actual* (Kumar dan Remadevi, 2006).

Sedangkan menurut pendapat yang lainnya *ordinary kriging* adalah metode geostatistika yang digunakan untuk memprediksi data pada lokasi tertentu. Metode ini merupakan interpolasi suatu nilai peubah pada suatu titik tertentu yang

dilakukan dengan mengamati data sejenis dilokasi lainnya. *Ordinary kriging* menduga suatu variabel pada suatu titik tertentu dilakukan dengan mengamati data yang sejenis pada suatu daerah (Garcia-Flores dkk., 2012).

Metode *ordinary kriging* merupakan metode *kriging* yang menghasilkan estimator yang bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Hal tersebut berarti mempunyai variansi terkecil dibanding *estimator* lain. Data yang digunakan pada metode *ordinary kriging* merupakan data spasial dengan rata-rata populasi tidak diketahui dan di asumsi bersifat stasioner (Fridayani dkk., 2012). Dalam menggunakan *ordinary kriging* diperlukan langkah-langkah:

- a. Menentukan *semi variogram*
- b. Menghitung *semi variance*
- c. Menghitung prediksi

Estimator *ordinary kriging* untuk menghitung *semi variance* bisa dirumuskan pada persamaan (2.1) (Fischer dan Getis, 2010):

$$\gamma(\mathbf{h}) = \frac{1}{2N(\mathbf{h})} \sum_{i=1}^{N(\mathbf{h})} [Z(\mathbf{S}_i + \mathbf{h}) - Z(\mathbf{S}_i)]^2 \quad (2.1)$$

Keterangan :

$S_i$  = lokasi titik sampel.

$Z(S_i + h)$  = nilai observasi pada lokasi  $S_i$ .

$h$  = jarak antara dua titik sampel.

$S_i, S_i + h$  = pasangan titik sampel yang berjarak  $h$ .

$N(h)$  = banyaknya pasangan data berbeda yang memiliki jarak  $h$

Untuk menghitung prediksi interpolasi data dapat menggunakan persamaan (2.2)

$$Z(X_0) = \sum_{l=1}^n \lambda_l Z(X_l) \quad (2.2)$$

dengan :

$$\sum_{l=1}^n \lambda_l = 1 \quad (2.3)$$

Keterangan :

$Z(X_0)$  = nilai prediksi pada variabel  $X$

$\lambda_l$  = pembobot yang menentukan ukuran jarak antar titik

$l$  = 1,2,,  $n$ , dimana  $n$  adalah banyaknya data yang akan diolah

$Z(X_l)$  = nilai *actual* pada variabel  $X$  pada data ke- $i$

## 2.6. MQTT Server

*MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)* adalah standar ISO (ISO/IEC PRF 20922) yang dapat mempublikasikan protokol berbasis pesan berlangganan. Aplikasi ini bekerja di atas protokol TCP / IP yang dirancang untuk koneksi dengan lokasi yang terpencil di mana "jejak kode kecil" diperlukan atau *bandwidth* jaringan terbatas. Pola pesan *publish-subscribe* membutuhkan pesan dari *broker* (Singh dkk., 2015).

Andy Stanford-Clark dari IBM dan Arlen Nipper dari Cirrus Link menulis versi protokol pertama pada tahun 1999. Pada 2013, IBM menyerahkan MQTT v3.1 ke badan spesifikasi OASIS dengan piagam yang memastikan hanya perubahan kecil pada spesifikasi yang dapat diterima. MQTT-SN adalah variasi dari protokol utama yang ditujukan untuk perangkat tertanam pada jaringan non-TCP/IP, seperti Zigbee. Secara historis, "MQ" di dalam "MQTT" berasal dari pesan IBM MQ (saat itu 'MQSeries') yang antri. Namun, antrian itu sendiri tidak perlu didukung sebagai fitur standar dalam semua situasi. Protokol alternatif termasuk *Advanced Message Queuing Protocol (AMQP)*, *Streaming Text Oriented Messaging Protocol (STOMP)*, *IETF Constrained Application Protocol*, XAMPP, DDS, OPC UA, dan *Web Application Messaging Protocol (WAMP)*.

Sistem MQTT terdiri dari klien yang berkomunikasi dengan server, sering disebut "*broker*". Klien dapat berupa penerbit informasi atau pelanggan. Setiap klien dapat terhubung ke *broker*. Informasi diatur dalam hierarki topik, ketika penerbit memiliki item data baru untuk didistribusikan. Penerbit tidak perlu memiliki data tentang jumlah atau lokasi pelanggan, dan pelanggan pada gilirannya tidak harus dikonfigurasi dengan data apa pun tentang penerbit (Febrero, 2016).

Jika *broker* menerima topik yang tidak ada pelanggannya saat ini, itu akan membuang topik kecuali penerbit menunjukkan bahwa topik itu akan dipertahankan. Ini memungkinkan pelanggan baru ke suatu topik untuk menerima nilai terbaru daripada menunggu pembaruan berikutnya dari penerbit. Ketika klien penerbitan pertama kali terhubung ke *broker*, itu dapat mengatur pesan *default* untuk dikirim ke pelanggan jika *broker* mendeteksi bahwa klien penerbitan tiba-tiba terputus dari *broker*. Klien hanya berinteraksi dengan *broker*, tetapi suatu

sistem dapat berisi beberapa *server broker* yang bertukar data berdasarkan topik pelanggan saat ini. Pesan kontrol MQTT dapat menerima pesan minimal berukuran dua byte data. Pesan kontrol dapat membawa hampir 256 megabit data jika diperlukan. Ada empat belas tipe pesan yang didefinisikan yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan klien dari broker, untuk mempublikasikan data, untuk mengakui penerimaan data, dan untuk mengawasi koneksi antara klien dan server (Hong dkk., 2013).

MQTT bergantung pada protokol TCP untuk transmisi data. Varian, MQTT-SN, digunakan untuk transportasi lain seperti UDP atau *Bluetooth*. MQTT mengirimkan kredensial koneksi dalam format teks biasa dan tidak termasuk langkah-langkah untuk keamanan atau otentikasi. Protokol ini dapat disediakan oleh *transport* TCP yang mendasari menggunakan langkah-langkah untuk melindungi integritas informasi yang ditransfer dari intersepsi atau duplikasi (Singh dkk., 2015).

1. Tipe Pesan, MQTT mempunyai tipe pesan yang berbeda dari aplikasi pesan yang lain, seperti pada Contoh koneksi MQTT (QoS 0) dengan menghubungkan, menerbitkan atau berlangganan, dan memutuskan sambungan. Pesan pertama dari klien B disimpan pada server.
  - a. *Connect*, menunggu koneksi dibuat dengan *server* dan membuat tautan antara node.
  - b. *Disconnect*, menunggu klien MQTT menyelesaikan pekerjaan apa pun yang harus dilakukan, dan sesi TCP/IP akan terputus.
  - c. *Publish*, segera kembali ke file aplikasi setelah melewati permintaan ke klien MQTT.
  
2. *Quality of Service (QoS)*, setiap koneksi ke *broker* dapat menentukan ukuran "kualitas layanan". Dapat diklasifikasikan dalam peningkatan urutan tambahan:
  - a. Paling banyak sekali, pesan dikirim hanya sekali dan klien serta *broker* tidak mengambil langkah-langkah tambahan untuk mengakui pengiriman.



- b. Setidaknya satu kali, pesan tersebut dicoba ulang oleh pengirim berkali-kali sampai pengakuan diterima (pengiriman yang diakui).
- c. Tepat sekali, pengirim dan penerima terlibat dalam jabat tangan dua tingkat untuk memastikan hanya satu salinan pesan yang diterima (pengiriman yang terjamin).

Bidang ini tidak memengaruhi penanganan transmisi data TCP/IP yang mendasarinya yang hanya digunakan antara pengirim dan penerima MQTT.

Ada beberapa proyek yang mengimplementasikan aplikasi *MQTT*. Contohnya adalah *facebook messenger*, *IECC*, semua *platform* yang menggunakan *Internet of Things* (IoT), *amazon web service*, spesifikasi standar *open geospatial consortium sensor things API*.

## **2.7. Google MAP**

*Google MAP* adalah layanan pemetaan web yang dikembangkan oleh Google. Layanan ini memberikan citra satelit, peta jalan, panorama 360°, kondisi lalu lintas, dan perencanaan rute untuk bepergian dengan berjalan kaki, mobil, sepeda atau angkutan umum.

*Google MAP* dimulai sebagai program desktop C++, dirancang oleh Lars dan Jens Eilstrup Rasmussen pada *Where 2 Technologies*. Pada Oktober 2004, perusahaan ini diakuisisi oleh Google, yang diubah menjadi sebuah aplikasi web. Setelah akuisisi tambahan dari perusahaan visualisasi data geospasial dan analisis lalu lintas, *Google MAP* diluncurkan pada Februari 2005. Layanan ini menggunakan Javascript, XML, dan AJAX. *Google MAP* menawarkan API yang memungkinkan peta untuk dimasukkan pada situs web pihak ketiga, dan menawarkan penunjuk lokasi untuk bisnis perkotaan dan organisasi lainnya di berbagai negara di seluruh dunia.

Tampilan satelit *Google MAP* adalah "*top-down*". Sebagian besar citra resolusi tinggi dari kota adalah *photo* udara yang diambil dari pesawat pada ketinggian 800 sampai 1.500 kaki (240 – 460 meter), sementara sebagian besar citra lainnya adalah dari satelit. Sebagian besar citra satelit yang tersedia adalah tidak lebih dari tiga tahun dan diperbarui secara teratur. *Google MAP* menggunakan

varian dekat dari proyeksi Mercator, dan karena itu *Google MAP* tidak dapat secara akurat menunjukkan daerah di sekitar kutub. Pemetaan dari *Google MAP* bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Peta Kota Semarang dalam *Google MAP*