

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kawasan Bukit Semarang Baru

Menurut Mardusari, dkk (1998), pembangunan Kawasan Bukit Semarang Baru terdiri dari perumahan, kawasan komersial, kawasan wisata, *techno park*, fasilitas umum, fasilitas sosial, danau, sekolah, dan lain-lain. Funnyarifki (2005) menyatakan tentang kawasan yang dipergunakan bagi pengembangan permukiman Bukit Semarang Baru dahulu merupakan kawasan perkebunan karet yang dikenal dengan sebutan Perkebunan Karet Kalimas.

Berikut ini adalah riwayat kepemilikan lahan Kawasan Bukit Semarang Baru.

- 1) Perkebunan Karet Kalimas dikuasai dan diusahakan oleh Perusahaan Swasta pada masa kolonial yaitu *Maattscappy Ter Exploitatice Der Pamanoekan En Tjiasem Landen Geute Batavia* sesuai syarat Hak Tanah Nomor 235 Tahun 1924, dimana tanahnya dikuasai dengan Hak *Erfpacht Verponding* Nomor 86 dan 83, serta Hak *Eigendom Verponding* Nomor 21, dengan total luas keseluruhan adalah \pm 1.020 hektar dan keseluruhan lahan tersebut terletak di Kabupaten Kendal (Pemerintah Daerah Kota Semarang melakukan program pemekaran kota yang tertuju pada wilayah Perkebunan Kalimas yang sebelumnya termasuk dalam wilayah administratif Kabupaten Kendal).
- 2) Pada tahun 1964 Perkebunan Karet Kalimas yang diusahakan oleh perusahaan swasta asing tersebut dinasionalisasikan oleh Pemerintah Indonesia berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 1964 dan sejak dikeluarkannya peraturan tersebut, Perkebunan Karet Kalimas diambil alih atau dikuasai oleh Negara. Setelah di bawah penguasaan Negara, maka Pemerintah mengeluarkan keputusan melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian dan Agraria Nomor 75 Tahun 1964 yang menyatakan bahwa lahan Perkebunan Karet Kalimas dikuasai dan dikelola oleh Perusahaan Perkebunan Negara Kesatuan Dwikora IV yang kemudian menjadi Perusahaan Perkebunan Subang.
- 3) Pemerintah pada tahun 1972 mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 1972 tentang Perjanjian Kerja Sama antara Pemerintah Republik Indonesia dengan The Anglo Indonesia Plantation Ltd. (perseroan dari Inggris) untuk membentuk perusahaan PT. Tatar Anyar Indonesia yang berkedudukan di Bandung. Sesuai Peraturan Pemerintah di atas,

maka sejak tanggal 14 April 1972 Perusahaan Perkebunan Subang dialihkan penguasaan dan pengelolaannya kepada PT. Tatar Anyar Indonesia.

- 4) Pada tahun 1972 PT. Tatar Anyar Indonesia mengajukan permohonan Hak Guna Usaha (HGU) atas lahan Perkebunan Karet Kalimas kepada Menteri Dalam Negeri. Pada tahun 1980 Menteri Dalam Negeri memutuskan untuk menyetujui permohonan HGU dengan Surat Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 67 Tahun 1980 dengan jangka waktu selama 25 tahun sejak tahun 1972 sampai dengan 1997. Dengan luas seluruhnya ± 1020 Ha terletak di Kecamatan Mijen Kota Semarang, Kecamatan Boja, dan Kecamatan Singaraja Kabupaten Kendal.
- 5) Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 1972 tentang perjanjian kerja sama antara pemerintah Republik Indonesia dengan The Anglo Indonesia Plantation Ltd., PT. Tatar Anyar Indonesia mengajukan permohonan perubahan jangka waktu berlakunya HGU dari 25 tahun menjadi 30 tahun kepada Kepala Badan Pertanahan Nasional (BPN) melalui Gubernur Jawa Tengah. Pada tahun 1989 Kepala BPN menyetujui perubahan jangka waktu berlakunya HGU tersebut dari 25 tahun menjadi 30 tahun yang berakhir tanggal 31 Desember 2002.
- 6) Pada tanggal 26 Maret 1996 perusahaan kebun karet Kalimas oleh PT. Tatar Anyar Indonesia telah dialihkan kepada PT. Greenvaley Indah Estate di hadapan Direktorat Pendaftaran Tanah. PT. Greenvaley Indah Estate adalah perseroan yang didirikan dengan fasilitas Penanaman Modal Asing (PMA) berdasarkan persetujuan Presiden RI Nomor 361 Tahun 1994 dengan tujuan untuk membangun Kebun Karet Terpadu dengan luas areal pengelolaan seluas 1.500 hektar terletak di Kabupaten Kendal dan Kota Semarang. PT. Greenvaley Indah Estate dimiliki oleh perusahaan dari Inggris yaitu Greenvaley Holding PLC Plantations dan general Investment. Pengalihan Pengelolaan yang dilaksanakan di atas sebelumnya telah memperoleh rekomendasi dari Kepala Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Tengah Nomor 525.5/7960 Tahun 1995 tentang Pengalihan Pengelolaan.
- 7) PT. Greenvaley Indah Estate pada tahun 1996 mengajukan permohonan kepada Menteri Agraria/Kepala BPN untuk pemindahan HGU dari PT. Tatar Anyar Indonesia kepada PT. Greenvaley Indah Estate. Pengajuan tersebut tertuang dalam Surat Keputusan Menteri Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 5 dan 6 Tahun 1996 tentang

Pemberian Izin Pemindahan Hak Guna Usaha dari PT. Tatar Anyar Indonesia kepada PT. Greenvaley Indah Estate berkedudukan di Jakarta atas tanah perkebunan seluas 149,3 hektar terletak di Kelurahan Trisobo dan Kertasari Kabupaten Kendal dan seluas 864,4 hektar di Kelurahan Mijen, Ngadirgo, Tambangan, Kedung Pane Kota Semarang.

- 8) Pada tahun 1997 kepemilikan saham PT. Greenvaley Indah Estate telah berubah dari pemegang lama yaitu Greenvaley Holding PLC & General Invesment PLC dengan pemegang saham baru yaitu PT. Karyadeka Griya Semesta dan PT. Karyadeka Panca Murni, yang tertuang dalam Akta Nomor 95 Tahun 1996 dan ditindaklanjuti dengan pelunasan jual beli saham berdasarkan Akta Nomor 108 tentang Pelunasan Jual Beli Saham.
- 9) Perubahan kepemilikan saham PT. Greenvaley Indah Estate telah mendapat persetujuan dari Menteri Negara Penggerak Investasi/Ketua Badan Koordinasi Pemilikan Modal (BKPM) Nomor 562 Tahun 1997 tentang Persetujuan Perubahan Pemilikan Saham. Berkaitan dengan kepemilikan saham di PT. Greenvaley Indah Estate oleh swasta nasional yaitu PT. Karyadeka Griya Semesta dan PT. Karyadeka Panca Murni dan mengingat status pemilikan saham sebelumnya adalah PMA dimana pemegang sahamnya adalah perusahaan asing, dan sekarang beralih ke perusahaan swasta nasional, maka perseroan mengajukan permohonan ke BKPM untuk perubahan pemilik saham. Atas permohonan tersebut PT. Greenvaley Indah Estate telah mendapat persetujuan dari Meninves/Ketua BKPM sebagaimana yang tertuang dalam Surat Keputusan Nomor 15 Tahun 1997 tentang Pengalihan Status PMA menjadi PMDN.
- 10) Pada tahun 1987, Walikota Semarang mengirimkan surat kepada pimpinan PT. Tatar Anyar Indonesia dengan surat Nomor 650 Tahun 1987 tentang Masalah Perkotaan. Pada prinsipnya, surat walikota Semarang tersebut memberitahukan tentang Kota Semarang yang memiliki potensi untuk menjadi kota metropolitan, maka Kota Semarang harus meningkatkan kegiatan dengan melakukan pengembangan pusat kegiatan kota dimana sebagai konsekuensi dari hal tersebut adalah harus dengan usaha mengembangkan daerah-daerah perluasannya, termasuk wilayah pengembangan Kecamatan Mijen menjadi lingkungan Sub Urban dan sebagai Kota Satelit.
- 11) Merujuk adanya surat yang pernah dikirimkan oleh Walikota Semarang pada tahun 1987 kepada pimpinan PT. Tatar Anyar Indonesia perihal masalah perkotaan, maka

berkaitan dengan terkenanya lahan milik perseroan (PT. Karyadeka Griya Semesta dan PT. Karyadeka Panca Murni) untuk direncanakan sebagai permukiman di Kecamatan Mijen, perusahaan merubah maksud dan tujuan perusahaan yang semula Perkebunan Karet Terpadu dan Pengolahannya, berubah menjadi berusaha dalam bidang Perkebunan Karet Terpadu serta Perumahan dan Kawasan Industri. Atas perubahan tersebut di atas perusahaan telah mendapat persetujuan dari Meninves/Ketua BKPM dengan Surat Persetujuan Nomor 220 Tahun 1997 tentang Persetujuan Perubahan Rencana Proyek.

- 12) Dengan adanya perubahan di atas, PT. Karyadeka Alam Lestari Melaksanakan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) Luar Biasa untuk menyesuaikan perubahan maksud dan tujuan tersebut di atas dengan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas, dan atas perubahan tersebut PT. Karyadeka Alam Lestari telah mendapat keputusan berdasarkan Keputusan Menteri Kehakiman RI Nomor C2-5519.HT.01.04 Tahun 1997 dan telah diumumkan dalam Lembaran Negara RI Nomor 4 Tahun 1998.
- 13) Berdasarkan adanya perubahan Anggaran Dasar Perseroan PT. Karyadeka Alam Lestari khususnya tentang maksud dan tujuan perseroan, yaitu disamping berusaha dalam bidang perkebunan karet terpadu juga berusaha dalam bidang *real estate* dan kawasan industri, maka berkaitan dengan hal itu perseroan mengajukan permohonan Izin Prinsip kepada Walikota Semarang dan Izin Lokasi kepada Kepala Badan Pertanahan Nasional Kota Semarang sebagai dasar untuk mengembangkan kawasan milik perseroan menjadi lingkungan Sub Urban sebagai Kota Satelit di Kecamatan Mijen Kota Semarang.

Sesuai dengan Pasal 10 ayat (1) dan (2) Peraturan Daerah Nomor 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011 – 2031, Kecamatan Mijen termasuk Bagian Wilayah Kota (BWK) IX dengan luas kurang lebih 6.213 (enam ribu dua ratus tiga belas) hektar dan BWK IX sebagai kantor pelayanan publik. Menurut Peraturan Daerah Nomor 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011-2031 untuk BWK IX adalah sebagai berikut:

- 1) Pasal 13 ayat (1) sebagai sub pusat pelayanan kota yang dilengkapi dengan sarana lingkungan perkotaan skala pelayanan BWK yang meliputi:

- a. sarana perdagangan dan jasa;
- b. sarana pendidikan;
- c. sarana kesehatan;
- d. sarana peribadatan; dan
- e. sarana pelayanan umum.

Pada Pasal 13 ayat (2) sub pusat pelayanan kota di BWK IX meliputi Kelurahan Mijen, Kelurahan Jati Barang, dan Kelurahan Wonolopo.

- 2) Pasal 80 ayat (1) sebagai kawasan perumahan dengan kepadatan rendah meliputi perumahan di BWK IX.

Pada Pasal 119 ayat (3) mengenai ketentuan umum peraturan zonasi pada kawasan perumahan, pengembangan perumahan dengan kepadatan rendah diarahkan pada BWK IX dengan luas kapling paling sedikit 120 (seratus dua puluh) m² dengan koefisien dasar bangunan paling tinggi 40 % (empat puluh persen). Pengembangan perumahan di BWK IX yang dilakukan oleh pengembang paling sedikit 10.000 (sepuluh ribu) m² untuk perumahan *landed house* sedangkan untuk pengembangan perumahan dengan luas lahan kurang dari 10.000 (sepuluh ribu) m² dapat diizinkan dengan ketentuan pengembangan secara vertikal dan paling sedikit 50 (lima puluh) unit rumah dengan tetap menyediakan prasarana, sarana, dan utilitas sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

- 3) Pasal 82 ayat (1) sebagai pengembangan kawasan perkantoran meliputi:
 - a. kawasan perkantoran pemerintah; dan
 - b. kawasan perkantoran swasta.

Pada Pasal 82 ayat (2) pengembangan kawasan kantor pelayanan publik Pemerintah Daerah terletak di Kecamatan Mijen.

- 4) Pasal 84 ayat (1) sebagai rencana kawasan industri meliputi:
 - a. kawasan berikat;
 - b. kawasan industri dan pergudangan; dan
 - c. pengembangan industri kecil dan rumah tangga.

Pada Pasal 84 ayat (3), peningkatan kualitas kawasan industri di Kecamatan Mijen dengan luas kurang lebih 175 (seratus tujuh puluh lima) hektar.

2.1.1 Dampak Lingkungan Kawasan Bukit Semarang Baru

Menurut Pasal 1 ayat (26) Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dampak lingkungan hidup adalah pengaruh perubahan pada lingkungan hidup yang diakibatkan oleh suatu usaha dan/atau kegiatan. Amelia (2011) menyatakan bahwa secara umum dampak lingkungan disebabkan oleh kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Dampak lingkungan tidak selalu negatif, tetapi juga bisa positif apabila terjadi perubahan menguntungkan bagi lingkungan, sedangkan dikatakan dampak negatif apabila terjadi perubahan yang merugikan, mencemari, dan merusak lingkungan hidup. Dampak lingkungan memiliki pengaruh yang besar terhadap kehidupan masyarakat, oleh karena itu setiap kegiatan manusia harus dilakukan analisis terhadap dampak lingkungan.

Wuragil (2008) menyatakan bahwa dampak negatif yang mungkin timbul dan perlu dilakukan tindakan pencegahan adalah mengenai pencemaran udara berupa debu yang timbul dari cerobong industri dan debu yang berasal dari kegiatan pengangkutan material masuk dan keluar Kawasan Bukit Semarang Baru. Menurut Mardusari, dkk (1998), kegiatan transportasi dan rumah tangga juga menjadi penyumbang yang cukup berarti terhadap kualitas udara. Hal ini dikarenakan pembakaran bahan bakar fosil (minyak, bensin, dan solar) akan memberikan sumbangan polutan ke atmosfer.

Menurut Pasal 22 ayat (2) Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, penentuan dampak lingkungan penting yang terjadi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa kriteria antara lain:

- a) besarnya jumlah penduduk yang akan terkena dampak rencana usaha dan/atau kegiatan;
- b) luas wilayah penyebaran dampak;
- c) intensitas dan lamanya dampak berlangsung;
- d) banyaknya komponen lingkungan hidup lain yang akan terkena dampak;
- e) sifat kumulatif dampak lingkungan;
- f) berbalik atau tidak berbaliknya dampak lingkungan; dan
- g) kriteria lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

2.2 Pencemaran Lingkungan

Menurut Pasal 1 angka 14 Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Wahidin (2008) menyatakan bahwa pencemaran lingkungan merupakan proses masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan yang menyebabkan berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam.

Bintoro (2010) menyebutkan syarat suatu zat dapat disebut polutan apabila jumlahnya melebihi jumlah normal, berada pada waktu yang tidak tepat, dan berada di tempat yang tidak tepat. Pencemaran lingkungan terjadi dikarenakan kegiatan manusia. Pencemaran lingkungan tersebut tidak dapat dihindari. Hal yang dapat dilakukan adalah mengurangi pencemaran, mengendalikan pencemaran, dan meningkatkan kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap lingkungannya agar tidak mencemari lingkungan.

2.3 Pencemaran Udara

Menurut El-Fadel (2004), udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap tergantung pada keadaan suhu, tekanan, dan lingkungan sekitarnya. Udara yang masih bersih dan bebas dari bahan pencemar merupakan campuran berbagai gas dengan berbagai konsentrasi. Nitrogen dalam bentuk N_2 terdapat sebanyak 78%, oksigen dalam bentuk O_2 terdapat sebanyak 21% sementara argon (Ar) hanya 1% dari total gas. Gas-gas karbondioksida (CO_2), helium (He), neon (Ne), xenon (Xe), dan kripton (Kr) masing-masing hanya terdapat sebanyak 0,01% dari total gas. Beberapa jenis gas terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit dalam udara bersih. Gas-gas tersebut seperti metana (CH_4), karbon monoksida (CO), amoniak (NH_3), dinitrogen monoksida (N_2O), dan hidrogen sulfida (H_2S). Gas-gas ini berpotensi sebagai pencemar, karena meningkatnya jumlah gas-gas ini di udara akan menyebabkan terjadinya pencemaran udara.

Menurut Sasongko dan Hadiyanto (2000), pencemaran udara dapat disebabkan oleh sumber alami maupun sebagai hasil aktifitas manusia. Pada umumnya pencemaran yang diakibatkan oleh sumber alami sukar diketahui besarnya. Walaupun demikian masih mungkin kita memperkirakan banyaknya polutan udara dari aktifitas ini. Polutan udara sebagai hasil aktifitas manusia, umumnya lebih mudah diperkirakan banyaknya, terlebih lagi jika diketahui jenis bahan, spesifikasi bahan, proses berlangsungnya aktifitas, dan spesifikasi satuan operasi yang digunakan dalam proses maupun pasca prosesnya. Cole (1975) menyatakan lingkungan udara merupakan ruang di atas permukaan bumi yang disebut atmosfer. Kajian tentang lingkungan udara identik dengan meteorologi yaitu keseluruhan dari ilmu-ilmu yang mempelajari tentang atmosfer.

Subyek kajiannya mencakup aspek fisika, kimia, dan dinamika atmosfer serta berbagai bentuk pengaruh atmosfer terhadap permukaan bumi, lautan, dan kehidupan secara umum.

Chang (2006) menerangkan bahwa materi yang diemisikan ke atmosfer oleh aktifitas manusia maupun secara alami merupakan penyebab beberapa masalah lingkungan seperti hujan asam, penurunan kualitas udara, pemanasan global, dan rusaknya infrastruktur bangunan. Menurut Sastrawijaya (2009), partikel-partikel juga dapat membentuk lapisan-lapisan di udara yang dapat memantulkan cahaya yang datang dari bawah dan menghamburkan sinar matahari yang datang dari atas. Hal ini dapat menurunkan suhu di bumi. Banyak debu yang beterbangan dan dibawa angin ke berbagai penjuru dunia. Hal ini akan mempengaruhi perubahan iklim.

Menurut Sasongko dan Hadiyanto (2000), kualitas udara ambien akan menentukan dampak negatif polutan udara terhadap kesehatan masyarakat dan kesejahteraan masyarakat (tumbuhan, hewan, material, dan lain-lainnya). Kualitas udara ambien merupakan tahap awal untuk memahami dampak negatif cemaran udara terhadap lingkungan. Kualitas udara ambien ditentukan oleh:

- 1) kuantitas emisi cemaran dari sumber cemaran; dan
- 2) proses transportasi, konversi, dan penghilangan cemaran di atmosfer.

Menurut Pasal 1 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Wardhana (2004) menerangkan bahwa pencemaran udara dapat pula diartikan adanya bahan-bahan atau zat asing di dalam udara yang menyebabkan terjadinya perubahan komposisi udara dari susunan atau keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing tersebut di dalam udara dalam jumlah dan jangka waktu tertentu akan dapat menimbulkan gangguan pada kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan.

Sasongko dan Hadiyanto (2000) menyatakan baku mutu primer ditetapkan untuk melindungi pada batas keamanan yang mencakupi (*adequate margin safety*) kesehatan masyarakat dimana secara umum ditetapkan untuk melindungi sebagian masyarakat (15 – 20%) yang rentan terhadap pencemaran udara. Baku mutu sekunder ditetapkan untuk melindungi kesejahteraan masyarakat (material, tumbuhan, hewan, dan lain-lain) dari setiap efek negatif pencemaran udara yang telah diketahui atau dapat diantisipasi. Berdasarkan baku mutu kualitas udara ambien ditentukan baku

mutu emisi berdasarkan antisipasi bahwa dengan emisi polutan di bawah baku mutu dan adanya proses transportasi, konversi, dan penghilangan polutan maka kualitas udara ambien tidak akan melampaui baku mutunya.

2.3.1 Sumber Pencemaran Udara

Menurut Pasal 1 ayat (3) Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, sumber pencemar adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Sumber penyebab terjadinya pencemaran udara dikelompokkan menjadi :

1. sumber bergerak berasal dari kegiatan transportasi/kendaraan bermotor;
2. sumber bergerak spesifik, yang berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut, dan kendaraan berat lainnya;
3. sumber tidak bergerak, yang berasal dari sumber emisi tetap pada suatu tempat, misalnya cerobong asap dari suatu pabrik; dan
4. sumber tidak bergerak spesifik, yang berasal dari kebakaran hutan/lahan dan pembakaran sampah.

Soedomo (2001) menerangkan bahwa sumber pencemar udara umumnya dikelompokkan dalam beberapa golongan antara lain:

1. sumber titik, yang termasuk dalam kelompok ini adalah titik cerobong asap industri dan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU);
2. sumber garis, yang merupakan integrasi dari sumber-sumber titik yang tak terhingga banyaknya sehingga dapat dianggap menjadi sumber garis yang seluruhnya memancarkan pencemar udara misalnya jalan raya yaitu cemaran NO_x , SO_x , dan partikulat; dan
3. sumber area, yang merupakan integrasi dari banyak sumber titik dan sumber garis misalnya pada kawasan industri yang sejenis dan daerah penimbunan sampah.

Tabel 2.3 Sumber Pencemar Udara

No.	Pencemar	Sumber
1	Karbon monoksida (CO)	Buangan kendaraan bermotor, beberapa proses industri
2	Sulfur dioksida (SO ₂)	Panas dan fasilitas pembangkit listrik
3	Debu	Buangan kendaraan bermotor, beberapa proses industri

(Sumber : Bapedal, 2002)

2.3.2 Jenis-jenis Pencemaran Udara

Menurut KLH (2009), pencemar udara di lingkungan dapat diklasifikasikan menjadi dua (2) kelompok berdasarkan asal mulanya dan kelanjutan perkembangannya di udara, yaitu:

1. Pencemar primer

Pencemar primer adalah semua pencemar yang berada di udara dalam bentuk hampir tidak berubah. Pencemar primer pada umumnya berasal dari sumber-sumber yang diakibatkan oleh aktifitas manusia. Sebagai contoh industri maupun emisi kendaraan bermotor seperti CO, SO₂, NO_x, H₂S, dan NH₃ bertindak sebagai *precursor* untuk terbentuknya zat pencemar sekunder.

2. Pencemar sekunder

Pencemar sekunder adalah semua pencemar di udara yang sudah berubah karena hasil reaksi tertentu antara dua atau lebih kontaminan/cemaran primer dengan kontaminan/cemaran lain yang ada dalam udara.

Dalam KLH (2009) dijelaskan bahwa zat-zat yang menyebabkan terjadinya pencemaran udara bentuk fisiknya berupa gas maupun partikel. Dalam bentuk gas berupa:

1. senyawa karbon (hidrokarbon/HC, CO, dan CO₂);
2. senyawa sulfur (SO_x), senyawa nitrogen (NO_x); dan
3. senyawa halogen.

Dalam bentuk partikel dapat berupa:

1. *Aerosol* yaitu istilah umum yang menyatakan adanya partikel yang terhambur dan melayang di udara.
2. *Fog* (kabut) adalah *aerosol* yang berupa butiran-butiran air yang berada di udara.
3. *Smoke* (asap) adalah *aerosol* yang berupa campuran antara butir padatan dan cairan yang terhambur melayang di udara.
4. *Dust* (debu) adalah *aerosol* yang berupa butiran padat yang terhambur dan melayang di udara karena adanya hembusan angin.

5. *Mist*, mirip kabut tetapi berupa butiran-butiran cairan (bukan air) yang terhambur dan melayang di udara.
6. *Fume*, mirip dengan asap tetapi penyebabnya adalah *aerosol* yang berasal dari kondensasi uap panas (khususnya uap logam).
7. *Plume* adalah asap yang keluar dari cerobong asap suatu industri.
8. *Haze* adalah setiap bentuk *aerosol* yang mengganggu pandangan di udara.
9. *Smog* adalah bentuk campuran antara *smoke* dan *fog*.
10. *Smaze*, hanya dipakai di Amerika untuk campuran antara *smoke* dan *haze*.

Menurut Sunu (2001), ada beberapa jenis pencemaran udara, yaitu:

1. Berdasarkan bentuk
 - a. Gas

Yaitu uap yang dihasilkan dari zat padat atau zat cair karena dipanaskan atau menguap sendiri.
Contohnya: CO₂, CO, SO_x, dan NO_x.
 - b. Partikel

Yaitu suatu unit-unit kecil yang terdispersi ke udara, baik berupa padatan, cairan, maupun padatan dan cairan secara bersama-sama.
Contohnya: debu, asap, dan kabut.
2. Berdasarkan tempat
 - a. Pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) yang disebut juga udara tidak bebas.
Contohnya: asap rokok dan asap yang terjadi di dapur tradisional ketika memasak.
 - b. Pencemaran udara luar ruang (*outdoor air pollution*) yang disebut juga udara bebas.
Contohnya: asap-asap dari industri dan kendaraan bermotor.

2.3.3 Pencemaran Partikel

Menurut KLH (2009), sifat dan perilaku partikulat di atmosfer selalu berhubungan erat dengan ukuran diameter partikel, seperti waktu tinggal partikulat di atmosfer sangat tergantung

pada ukuran diameter dan berat jenis. Pada umumnya waktu tinggal partikulat di atmosfer dapat berkisar antara orde detik sampai bulan, semakin kecil diameter partikulat semakin lama waktu tinggal di atmosfer.

Hien (2003) menyatakan bahwa partikulat merupakan istilah untuk menggambarkan penyebaran partikel-partikel padat dan cair di atmosfer dalam kondisi normal, yang memiliki ukuran lebih besar dari sebuah molekul ($\pm 0,0002 \mu\text{m}$) dan lebih kecil dari $500 \mu\text{m}$. Partikel dengan rentang ukuran ini memiliki waktu tinggal dalam suspensi dari beberapa detik sampai beberapa bulan. Sumber partikulat di atmosfer berasal dari sumber alami seperti letusan gunung berapi, kebakaran hutan dan sumber antropogenik seperti kegiatan industri dan transportasi.

Ruslinda, dkk (2009) menerangkan bahwa karakteristik fisik partikulat yang paling utama adalah ukuran dan distribusinya. Secara umum partikulat berdasarkan ukurannya dibedakan atas dua kelompok, yaitu partikel halus (*fine particles*, ukuran kurang dari $2,5 \mu\text{m}$) dan partikel kasar (*coarse particles*, ukuran lebih dari $2,5 \mu\text{m}$). Perbedaan antara partikel halus dan partikel kasar terletak pada sumber, asal pembentukan, mekanisme penyisihan, sifat optiknya, dan komposisi kimianya. Partikel halus dan partikel kasar ini dikelompokkan ke dalam partikel tersuspensi yang dikenal dengan *total suspended particulate* (TSP) yaitu partikel dengan ukuran partikel kurang dari $100 \mu\text{m}$. Menurut Slamet (2000), jumlah partikel tersuspensi (TSP) adalah partikel kecil di udara seperti debu, *fume*, dan asap dengan diameter kurang dari $100 \mu\text{m}$ yang dihasilkan dari kegiatan konstruksi, pembakaran, dan kendaraan. Partikulat ini dapat terdiri atas zat organik dan anorganik.

2.3.4 Pencemaran NO₂

Menurut Mulia (2005), NO₂ merupakan gas yang toksik bagi manusia dan pada umumnya gas ini dapat menimbulkan gangguan sistem pernapasan. Cahaya (2003) menyatakan bahwa NO₂ dapat masuk ke paru-paru dan membentuk asam nitrit (HNO₂) dan asam nitrat (HNO₃) yang dapat merusak jaringan mukosa. Terpaparnya NO₂ pada kadar 5 ppm setelah 5 menit dapat menimbulkan sesak nafas dan pada kadar 100 ppm dapat menimbulkan kematian.

KLH (2009) menyatakan bahwa udara yang telah tercemar oleh gas NO₂ tidak hanya berbahaya untuk manusia dan hewan, tetapi juga berbahaya bagi kehidupan tanaman. Karena kelarutan NO₂ dalam air lebih rendah bila dibanding SO₂, maka NO₂ akan menembus ke dalam saluran pernapasan lebih dalam. Sastrawijaya (2009) menyatakan bahwa NO yang ada di udara belum lama diketahui. Kemungkinan sumbernya adalah pembakaran yang dilakukan pada suhu

tinggi. Mula-mula terbentuk NO tetapi zat ini akan mengalami oksida lebih lanjut oleh oksigen atau ozon, lambat atau cepat, dan menghasilkan NO₂. Pengaruhnya dalam pencemaran semakin besar.

2.3.5 Pencemaran SO₂

Sastrawijaya (2009) menyatakan bahwa SO₂ merupakan gas jernih tak berwarna dan kadarnya sampai 18%. Gas ini baunya menyengat dan sangat membahayakan bagi manusia. Pencemar yang paling buruk adalah bahan bakar yang berkualitas rendah dan murah, karena mengandung belerang yang tinggi.

Menurut KLH (2009), SO₂ merupakan gas pencemar yang bersifat korosif dan beracun. Apabila konsentrasinya di atmosfer tinggi, akan menyebabkan terjadinya hujan asam. Sebagian kecil bahan bakar sulfur yang dapat dioksidasikan menjadi SO₃ juga memberikan konsekuensi terhadap lingkungan, seperti timbulnya kabut biru butiran asam sulfur yang diemisikan dari pemanas (boiler), mempercepat korosi pada logam, dan akumulasi partikel asap. Daya tahan iritasi SO₂ pada setiap orang tidak sama. Ada orang yang mengalami iritasi terkena SO₂ berkonsentrasi 1 – 2 ppm, namun ada pula orang yang baru mengalami iritasi tenggorokan apabila terkena SO₂ berkonsentrasi 6 ppm.

2.3.6 Pencemaran CO

Satria (2006) menerangkan bahwa karbon monoksida (CO) adalah pencemar primer berbentuk gas yang tidak berwarna, tidak memiliki rasa, tidak berbau, dan memiliki berat jenis yang lebih kecil dari udara serta sangat stabil dan mempunyai waktu tinggal 2-4 bulan. CO berbentuk gas yang tidak berwarna dalam suhu udara normal. CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu hemoglobin.

2.4 Pola Sebaran Polutan Udara

Sasongko, dkk (2000) menyatakan dalam kaitannya dengan proses pencemaran udara, atmosfer berfungsi sebagai media penyebaran polutan udara. Dua besaran utama yaitu suhu dan kelembapan atau kelembaban pada atmosfer, merupakan suatu ukuran sebenarnya dari energi termal dan status air atmosfer. Keduanya terikat pada dasar-dasar daur air dan daur energi yang mencakup proses hantaran, konversi, penyimpanan energi, dan massa dengan energi tata surya sebagai sumber energi utamanya.

Mikkelsen (2003) menyatakan bahwa penyebaran pencemaran udara berhubungan dengan keadaan atmosfer, sedangkan keadaan atmosfer tergantung pada perubahan sistem cuaca, sirkulasi angin regional dan turbulensi, dan efek mikrometeorologi. Parameter-parameter penting yang diperlukan dalam menetapkan potensi penyebaran pencemaran udara adalah ketinggian, tinggi pembalikan, kecepatan angin tahunan, potensi tinggi cemar udara yang dapat mempengaruhi suatu wilayah, dan kegiatan harian. Adapun efek mikrometeorologi tergantung pada insolasi *solar*, topografi, kekasaran permukaan, lahan yang digunakan, dan radiasi panjang gelombang.

2.4.1 Dinamika Atmosfer

Nasir (1995) menyatakan bahwa gas atau atmosfer merupakan seluruh gas yang menyelubungi bumi baik di bagian padat maupun cair. Atmosfer setinggi 5,5 sampai dengan 5,6 km telah mencakup 50% dari massa total dan pada ketinggian 40 km mencakup 99,99%. Batas bawah atmosfer relatif lebih mudah ditentukan berdasarkan ketinggian permukaan laut. Puncaknya sulit ditentukan karena di samping besarnya keragaman ukuran dan massa partikel terdapat pula keragaman suhu permukaan bumi dan kekuatan angin yang mempengaruhi pengangkatan bahan.

Utoyo (2007) menyatakan bahwa dinamika atmosfer terdiri atas kondisi cuaca dan iklim, unsur-unsurnya, dan faktor-faktor yang memengaruhinya, seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, gerakan angin, curah hujan, dan perubahan musim. KLH (2009) menerangkan bahwa dinamika atmosfer merupakan faktor utama yang perlu dipertimbangkan dalam masalah pencemaran udara. Dalam kaitannya dengan pencemaran udara dibagi dalam skala waktu dan ruang atmosfer dalam:

1. Skala mikro, dengan jangkauan dalam orde sampai dengan satuan kilometer dan skala waktu dalam satuan detik sampai beberapa menit, skala ini sering disebut skala lokal.

2. Skala meso, dengan jangkauan kilometer sampai dengan ratusan kilometer dan dengan skala waktu dari menit sampai beberapa jam. Skala ini disebut juga skala regional. Pergerakan angin yang mempengaruhi atmosferik mulai dari tingkat ini adalah angin geostrofik.
3. Skala makro, dengan jangkauan di atas ribuan kilometer dan dengan skala waktu lebih besar dari satu hari. Skala ini disebut juga skala *continental*.

2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyebaran Polutan

Penyebaran polutan di atmosfer dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Stull (2000), penyebaran polutan di atmosfer melibatkan tiga mekanisme utama yaitu gerakan udara secara global, fluktuasi kecepatan turbulensi yang akan menyebarkan polutan ke seluruh arah, dan difusi massa akibat perbedaan konsentrasi. Sementara itu, menurut Oke (1978), penyebaran cemaran dari suatu sumber emisi selain dipengaruhi oleh karakteristik sumber emisi juga dipengaruhi oleh karakteristik meteorologi dan topografi setempat.

Sastrawijaya (2009) menyatakan bahwa konsentrasi pencemar di udara bergantung kepada kondisi cuaca. Kecepatan dan arah angin berhembus, distribusi suhu vertikal, dan kelembaban adalah unsur-unsur yang berperan dalam perubahan cuaca ini. Kecepatan angin mempengaruhi distribusi pencemar. Konsentrasi pencemar akan berkurang jika angin kencang dan membagikan pencemar ini secara mendatar atau tegak lurus. Permukaan daratan juga mempengaruhi kecepatan angin, apakah berbukit-bukit atau berlembah-lembah. Lorong sempit bagi angin dapat meningkatkan kecepatan hembusan angin. Perubahan suhu juga merupakan faktor pengubah yang besar. Pergolakan ke atas akan membawa pencemar ke daerah yang suhunya lebih rendah. Pencemar akan menurun konsentrasinya dan kemudian disebarkan angin.

Menurut Rahmawati (1999), faktor-faktor yang berperan dalam penyebaran polutan adalah sebagai berikut:

1. Arah dan kecepatan angin

Angin merupakan faktor utama dalam persebaran polutan karena dapat mengakibatkan suatu zat berpindah tempat. Arah angin dapat digunakan untuk menentukan daerah penerima dispersi zat, sedangkan kecepatan angin dapat digunakan untuk menentukan jangkauan daerah penerima.

2. Suhu Udara dan Tutupan Awan

Suhu udara dan tutupan awan dalam proses dispersi zat pencemar akan mempengaruhi stabilitas udara. Gradien perubahan suhu udara akan berpengaruh sangat kuat terhadap kestabilan atmosfer. Pada proses dispersi stabilitas udara akan mempengaruhi tipe atau bentuk polutan ke daerah penerima. Terdapat beberapa kondisi atmosfer dalam kaitannya dengan stabilitas udara, yaitu kondisi tidak stabil terjadi apabila laju penurunan suhu di lingkungan lebih besar dari laju penurunan suhu udara kering yang sifatnya konstan, kondisi stabil terjadi bila laju penurunan suhu udara kering, dan kondisi netral terjadi bila laju penurunan suhu lingkungan sama dengan laju penurunan suhu udara kering.

2.4.3 Interpolasi dengan Metode Geostatistik

Anderson dalam Prasasti dkk (2005) menerangkan bahwa interpolasi adalah suatu metode yang memperkirakan nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial mengasumsikan bahwa atribut data bersifat *continue* di dalam ruang dan saling berhubungan secara spasial. Menurut Puspitasari (2011), kedua asumsi ini mengindikasikan bahwa atribut data dapat dilakukan berdasarkan lokasi-lokasi di sekitarnya dan nilai pada titik-titik yang berdekatan hampir sama dari nilai pada titik-titik yang terpisah lebih jauh.

Wahono (2003) menerangkan geostatistik adalah salah satu model yang dipergunakan untuk menginterpolasikan nilai dari suatu variabel yang terdistribusi di dalam ruang. Teknik interpolasi dengan model geostatistik dilakukan untuk memperkirakan suatu nilai yang terdistribusi secara spasial pada titik yang tidak diambil sampel yaitu dengan cara mengukur suatu nilai dari nilai yang berdekatan. Menurut Puspitasari (2001), analisis geostatistik berkaitan dengan variabel spasial yaitu hubungan antara variabel yang diukur pada titik tertentu dengan variabel yang sama diukur pada titik dengan jarak tertentu dari titik pertama teknik yang terfokus pada variabel spasial.

Menurut Pramono (2008), ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk melakukan interpolasi seperti *Spline*, *Inverse Distance Weighted (IDW)*, dan *Kriging*. Setiap metode tersebut akan memberikan hasil interpolasi yang berbeda. Metode geostatistik yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode *Inverse Distance Weighted*. Metode ini akan memperkirakan nilai diantara sampel data. Sanjaya (2006) menerangkan bahwa *Inverse Distance Weighted* mengasumsikan bahwa tiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metoda ini memberi bobot lebih tinggi pada sel yang terdekat dengan titik data

dibandingkan sel yang lebih jauh. Titik-titik pada radius tertentu dapat digunakan dalam menentukan nilai luaran untuk tiap lokasi.

2.5 Model Dispersi Gauss

Menurut Bakar (2006), Model Dispersi Gauss merupakan salah satu model perhitungan yang banyak digunakan untuk mensimulasikan pengaruh emisi terhadap kualitas udara. Model Dispersi Gauss merupakan bentuk persamaan matematika yang dapat dimasukkan ke dalam perhitungan variabel dan diberikan informasi yang lebih detail mengenai sumber cemaran pada suatu daerah yang diteliti. Menurut Pasquill (1961) dan Gifford (1976), model ini banyak digunakan untuk menilai dampak adanya sumber pencemaran udara terhadap kualitas udara lokal dan perkotaan. Keuntungan dari pemodelan Gauss adalah dapat digunakan untuk mengolah sejumlah besar sumber emisi, situasi dispersi, dan jaringan reseptor yang cukup padat secara spasial (dari jarak puluhan meter). Nafstad, dkk (2004); Penard-Morand, dkk (2006) menyatakan model dispersi ini telah digunakan untuk memodelkan variasi spasial dalam pencemaran udara.

Menurut EPA (1998), penggunaan Model Dispersi Gauss sumber tidak bergerak merupakan titik emisi tunggal dari *plume rise* dengan tingkat emisi terus-menerus, sumber volume menggunakan sumber tidak bergerak virtual dengan menetapkan ketinggian dan dimensi virtual horisontal dan vertikal, sumber daerah merupakan emisi dari daerah yang berbentuk persegi panjang dengan menetapkan ketinggian pelepasan dan ukuran.

Menurut Hall, dkk (2000a,b); Holmes dan Morawska (2006), Model Dispersi Gauss telah banyak terbukti di tingkat skala lokal. Namun menurut Nyberg, dkk (2000); Bellander, dkk (2001); Levy, dkk (2002), penggunaan model tersebut memerlukan studi yang lebih luas dikarenakan kebutuhan data yang banyak dan persyaratan prosesnya yang rumit.

2.5.1 Model Dispersi Gauss Sumber Tidak Bergerak

Sebagaimana dijelaskan dalam *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, persamaan Model Dispersi Gauss menggunakan perhitungan relatif sederhana dengan menggunakan dua parameter dispersi (yaitu σ_y dan σ_z) untuk mengidentifikasi variasi konsentrasi pencemar dari pusat kepulan. Persamaan distribusi ini menentukan konsentrasi polutan *ground level* berdasarkan variabel atmosfer waktu rata-rata (misalnya suhu dan kecepatan angin). Persamaan

dispersi tersebut terdapat (z-H) dan (z+H) bahwa adanya dua polutan ini tidak dapat terserap dalam tanah, jadi ada pemantulan yang dianggap pemantulan sempurna.

Menurut Turner (1970), formula untuk dispersi gas pada model pencemaran sumber tidak bergerak adalah sebagai berikut:

$$C_{x,y,z} = \frac{Q}{u} \left[\exp\left(-\frac{z^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \dots (1)$$

- C : konsentrasi polutan udara dalam massa per volume ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Q : laju emisi polutan dalam massa per waktu ($\mu\text{g}/\text{detik}$)
- u : kecepatan angin di titik sumber (m/detik)
- σ_x : koefisien dispersi secara horizontal terhadap sumbu x (m)
- σ_z : koefisien dispersi secara vertikal terhadap sumbu x (m)
- σ_z : konstanta matematika dengan nilai 3,1415926.....
- H : tinggi efektif *stack* (cerobong) di pusat kepulan (m)
- y : jarak pengamatan sejajar dengan sumbu y dari sumber emisi (m)
- z : jarak pengamatan tegak lurus dengan sumbu y dari sumber emisi (m)

Dispersi partikulat dan gas memiliki perbedaan dalam pendispersian ke atmosferik berdasarkan pendekatan Gauss. Dispersi partikulat harus dikalikan dengan fraksi berat ukuran partikel.

Pada studi permodelan sebaran emisi PT. Indorama Synthetics (2003), rumus untuk partikel adalah sebagai berikut:

$$C_{x,y,z} = \frac{Q}{u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \dots (2)$$

$$B = H - \frac{z}{\sigma_z} \dots (3)$$

- C : konsentrasi polutan udara dalam massa per volume ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Q : laju emisi polutan dalam massa per waktu ($\mu\text{g}/\text{detik}$)
- u : kecepatan angin di titik sumber (m/detik)
- σ_x : koefisien dispersi secara horizontal terhadap sumbu x (m)

- : koefisien dispersi secara vertikal terhadap sumbu x (m)
- H : tinggi efektif *stack* (cerobong) di pusat keputan (m)
- B : fraksi berat ukuran partikel
- V_t : kecepatan alir gas buang (m/detik)

2.5.2 Model Dispersi Gauss Sumber Bergerak

Menurut Hassan (2000), Model Dispersi Gauss sumber bergerak adalah perkembangan dari Gauss *plume* dengan mengasumsikan bahwa sebuah deretan yang *mutually independent*, masing-masing menghasilkan keputan polutan. Sehingga konsentrasi pada suatu titik di jalan dihitung sebagai jumlah konsentrasi titik-titik sumber pada jalan tersebut. Menurut Wark dan Warner (1981), sumber bergerak bisa berupa deretan industri di sepanjang pantai atau pinggiran sungai, atau juga sepanjang jalan yang dipadati kendaraan. Pencemaran udara dapat dimodelkan sebagai sumber bergerak yang terus menerus seperti jalan raya.

Menurut Rau dan Wooten (1980), formula untuk model pencemaran udara dari sumber bergerak adalah sebagai berikut.

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{L \cdot u} \exp \left[-\frac{z^2}{2\sigma_z^2} - \frac{y^2}{2\sigma_y^2} - \frac{x^2}{2\sigma_x^2} \right] \quad (4)$$

- C : konsentrasi polutan udara dalam massa per volume ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- $\frac{Q}{L}$: laju emisi per unit panjang jalan raya ($\text{gr}/\text{det.m}$)
- u : kecepatan angin dalam arah x atau tegak lurus sumbu jalan (m/det)
- z : tinggi di titik konsentrasi yang ditinjau (m)
- : koefisien dispersi secara vertikal terhadap sumbu x (m)

Perhitungan model ini didasarkan pada asumsi bahwa emisi polutan di jalan raya adalah sebuah garis yang tak terbatas, sehingga setiap titik yang memiliki jarak yang sama dari garis tengah jalan akan menerima pencemaran dengan konsentrasi yang sama. Emisi dari kendaraan di jalan raya dilihat sebagai sumber garis yang seragam dan menyebar dalam arah dua dimensi yaitu x dan y. Variasi konsentrasi dalam arah y dianggap tidak terjadi. Hal ini dikarenakan proses difusi polutan pada arah y akan dicegah oleh konsentrasi molekul polutan yang berada di sampingnya pada arah y.

2.5.3 Stabilitas Atmosfer

Witono (2003) menyatakan bahwa pencampuran ke arah vertikal yang tidak bagus disebabkan oleh atmosfer yang tidak stabil. Kejadian ini terjadi dikarenakan adanya insolasi yang cukup tinggi, sehingga memanasi permukaan bumi yang menyebabkan pemanasan pada lapisan udara bagian bawah. Atmosfer menjadi stabil pada waktu permukaan bumi lebih dingin daripada lapisan udara di atasnya, misalnya pada malam hari yang terang dan dingin. Lapisan udara di atasnya terdinginkan dan akibatnya tidak terjadi pencampuran ke arah vertikal. Parameter penyebaran dan merupakan fungsi dari:

- a. stabilitas atau turbulensi atmosfer;
- b. jarak arah angin;
- c. tinggi dari permukaan tanah;
- d. kekasaran permukaan;
- e. waktu transport polutan; dan
- f. kecepatan angin.

Nilai dan merupakan fungsi dari stabilitas atmosfer (struktur turbulensi dan kecepatan angin) dan jarak dari sumber emisi. Stabilitas atmosfer diperkirakan berdasarkan kecepatan angin pada tinggi 10 meter pada siang hari (insolasi) atau pada malam hari (tertutup awan).

Tabel 2.5a Klasifikasi Stabilitas Atmosfer Menurut Turner (1970)

<i>Surface Wind Speed(m/s)</i>	<i>Day Incoming Solar Radiation</i>			<i>Night (Cloudiness)</i>	
	<i>Strong</i>	<i>Moderate</i>	<i>Slight</i>	<i>Cloudy 48</i>	<i>Clear 38</i>
< 2	A	A - B	B	E	E
2 - 3	A - B	B	C	E	E
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
6	C	D	D	D	D

(Sumber: Perkins, 1974)

Catatan:

- a) Kecepatan angin diukur pada tinggi 10 meter.
- b) Pada musim panas dengan matahari pada 60° di atas horizon.

- c) Pada musim panas dengan awan sedikit menutup langit atau hari terang dengan lokasi matahari 35-60° di atas horizon.
- d) Musim kemarau dan mendung.
- e) Bagian langit tertutup mendung.
- f) Untuk A – B, B – C, C – D, D – E atau E – F merupakan nilai rata-rata sebagai berikut:
A = sangat tidak stabil, B = cukup tidak stabil, C = sedikit tidak stabil, D = netral, E = sedikit stabil, dan F = stabil.
- g) Kelas D = netral dianggap kondisi udara yang tertutup awan pada siang hari atau kondisi pada malam hari.

Metode ini memberikan indikasi yang representatif tentang stabilitas atmosfer untuk lokasi terbuka atau daerah pedesaan, tetapi kurang tepat untuk daerah perkotaan. Hal ini disebabkan terutama oleh adanya kekasaran permukaan daerah kota dan selanjutnya mempengaruhi efek pemanasannya.

2.5.4 Parameter Dispersi

Persamaan Model Dispersi Gauss menggunakan perhitungan dua parameter dispersi yaitu σ_y dan σ_z untuk mengidentifikasi variasi konsentrasi pencemar dari pusat kepulan. Menurut Witono (2003), setelah menentukan kelas kestabilan atmosfer pada saat dilakukan pengukuran, maka nilai σ_y dan σ_z dapat diperkirakan pada jarak arah angin (x) yang dikehendaki.

Menurut Model ISC EPA (1998), rumus σ_y dan σ_z adalah sebagai berikut.

$$\sigma_y = ax \dots\dots\dots(5)$$

$$\sigma_z = 465,11628x (\tan \theta) \dots\dots\dots(6)$$

$$\sigma_z = 0,017453293 (c - d \ln(x)) \dots\dots\dots(7)$$

- a : koefisien dispersi secara horizontal terhadap sumbu x (m)
- b : koefisien dispersi secara vertikal terhadap sumbu x (m)
- x : jarak dari titik emisi menurut arah angin (m)
- a : koefisien tergantung x dan stabilitas atmosfer
- b : koefisien tergantung x dan stabilitas atmosfer

- c koefisien tergantung x dan stabilitas atmosfer
- d : koefisien tergantung x dan stabilitas atmosfer
- : radian

Penggunaan Model Dispersi Gauss memerlukan informasi tentang koefisien dispersi dan variasinya yang tergantung stabilitas atmosfer, maupun jarak ke arah mengalirnya angin. Untuk menghitung nilai diperlukan koefisien a dan b, sedangkan pada nilai diperlukan koefisien c dan d. Koefisien dispersi tersebut secara empiris telah diperkenalkan oleh Pasquill-Gifford.

Pada stabilitas atmosfer A, B, dan C, apabila dalam perhitungan didapatkan nilai melebihi 5.000 m maka diubah menjadi 5.000 m. Selain itu, pada stabilitas atmosfer A dengan jarak dari arah angin yang melebihi 5.000 m maka adalah 5.000 m.

Tabel 2.5.b Koefisien Stabilitas Atmosfer Pasquill

<i>Pasquill Stability Category</i>	x (km)	(meters) = ax^b a	(x in km) b
A*	<0,10	122,800	0,94470
	0,10 – 0,15	158,080	1,05420
	0,16 – 0,20	170,220	1,09320
	0,21 – 0,25	179,520	1,12620
	0,26 – 0,30	217,410	1,26440
	0,31 – 0,40	258,890	1,40940

	0,41 – 0,50	346,750	1,72830
	0,51 – 3,11	453,850	2,11660
	>3,11	**	**
B*	<0,20	90,673	0,93198
	0,21 – 0,40	98,483	0,98332
	>0,40	109,300	1,09710
C*	All	61,141	0,91465
D	<0,30	34,459	0,86974
	0,31 – 1,00	32,093	0,81066
	1,01 – 3,00	32,093	0,64403
	3,01 – 10,00	33,504	0,60486
	10,01 – 30,00	36,650	0,56589
	>30,00	44,053	0,51179
E	<0,10	24,260	0,83660
	0,10 – 0,30	23,331	0,81956
	0,31 – 1,00	21,628	0,75660
	1,01 – 2,00	21,628	0,63077
	2,01 – 4,00	22,534	0,57154
	4,01 – 10,00	24,703	0,50527
	10,01 – 20,00	26,970	0,46713
	20,01 – 40,00	35,420	0,37615
	>40,00	47,618	0,29592
F	<0,20	15,209	0,81558
	0,21 – 0,70	14,457	0,78407
	0,71 – 1,00	13,953	0,68465
	1,01 – 2,00	13,953	0,63227

2,01 – 3,00	14,823	0,54503
3,01 – 7,00	16,187	0,46490
7,01 – 15,00	17,836	0,41507
15,01 – 30,00	22,651	0,32681
30,01 – 60,00	27,074	0,27436
>60,00	34,219	0,21716

(Sumber : EPA, 1998)

Keterangan:

* : Jika hasil perhitungan dari σ_z melebihi 5.000 m, maka σ_z diubah menjadi 5.000 m

** : σ_y sama dengan 5.000 m

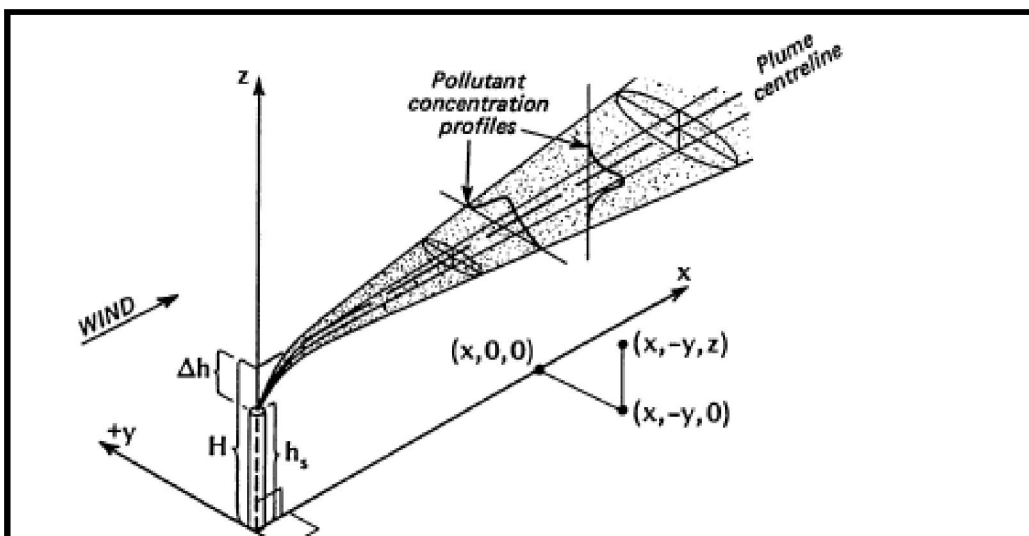
Tabel 2.5.c Koefisien Stabilitas Atmosfer Pasquill

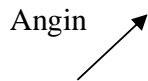
Stabilitas Atmosfer Pasquill	c	d
A	24,1670	2,5334
B	18,3330	1,8096
C	12,5000	1,0857
D	8,3330	0,7238
E	6,2500	0,5429
F	4,1667	0,3619

(Sumber : EPA, 1998)

2.5.5 Garis Konsentrasi

Witono (2003) menyatakan gambar di bawah ini memberikan ilustrasi tentang permodelan dispersi polutan dengan model Gauss. Polutan bergerak searah dengan arah angin pada sumbu x. Sumbu y adalah arah tegak lurus horizontal dengan sumbu x dan sumbu z adalah vertikal dengan permukaan tanah. Pada proses difusi polutan, terjadi difusi tiga dimensi karena molekul-molekul polutan berdifusi pada sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Selain proses difusi, pada sumbu x juga terjadi proses adveksi atau transportasi polutan yang diakibatkan oleh angin.





(Sumber : Oke, 1978)

Gambar 2.5 Model Dispersi Gauss

Menurut Turner (1970), untuk menentukan garis konsentrasi dari konsentrasi polutan di permukaan tanah, hubungan antara konsentrasi pada garis pusat keputan dan konsentrasi pada luar garis pusat keputan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$C_x = C_0 \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \quad (8)$$

C_x : konsentrasi polutan udara dalam massa per volume (mg/m^3)

σ_y : koefisien dispersi secara horizontal terhadap sumbu x (m)

y : jarak pengamatan sejajar dengan sumbu y dari sumber emisi (m)

2.5.6 Kenaikan Kepulan

Witono (2003) menerangkan bahwa dalam banyak hal perlu dilakukan estimasi tinggi efektif cerobong (H_e) dalam menentukan tinggi keputan. Kepulan dipengaruhi oleh turbulensi akibat tinggi cerobong dan bangunan di sekitarnya sehingga efluen akan bercampur secara cepat ke arah bawah. Faktor emisi dan parameter meteorologi mempengaruhi kenaikan keputan apabila keputan dikeluarkan bebas dari pengaruh daerah turbulensi.

- Faktor emisi adalah kecepatan emisi cerobong bagian atas (V_e), suhu emisi pada bagian atas cerobong (T_e), dan diameter cerobong bagian atas (d).
- Parameter meteorologi adalah kecepatan angin (u), suhu udara (T_a), perubahan kecepatan angin sebagai fungsi ketinggian ($\frac{du}{dz}$), dan kestabilan atmosfer.

Menurut Allen (1998), nilai H_e (tinggi efektif cerobong) dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$H = H_s + h \text{ atau } H = H_s + (3d \frac{U_s}{V_s}) \dots \dots \dots (9)$$

- H_s = tinggi cerobong (m)
- h = tinggi kepulan (m)
- D = diameter cerobong (m)
- V_s = kecepatan aliran gas dalam cerobong (m/dt)
- U_s = kecepatan angin pada ketinggian cerobong (m/dt)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kenaikan kepulan didasarkan pada pendekatan semi empiris.

Menurut Holland (1953), persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$h = \frac{1,5 + 2,68 \times 10^{-4} p}{u} d \dots \dots \dots (10)$$

- h : kenaikan kepulan dari puncak cerobong (m)
- V : kecepatan keluaran gas dari cerobong (m/dt)
- d : diameter bagian dalam cerobong (m)
- u : kecepatan angin (m/dt)
- p : tekanan atmosfer (mbar, 1atm = 1.103 mbar)
- T : suhu gas cerobong (K)
- T : suhu udara (K)

Menurut Rau dan Wooten (1980), persamaan di atas adalah untuk kondisi atmosfer dengan tingkat stabilitas netral (kelas C atau D), sedangkan untuk kondisi atmosfer yang stabil (kelas A atau B) dikalikan 1,15 dan apabila tidak stabil (kelas E atau F) dikalikan 0,85.

2.5.7 Arah dan Kecepatan Angin

Hoesodo (2004) menerangkan bahwa arah angin jarang bersifat tetap, baik untuk jangka waktu lama atau pendek. Nilai rata-rata arah angin dalam satu periode atau beberapa jam dapat ditentukan dari data meteorologi. Nilai rata-rata angin untuk jangka medium penting untuk menentukan arus di permukaan yang terkena emisi dari suatu sumber. Variasi arah angin untuk

jangka waktu pendek (periode detik atau menit) dapat disebabkan adanya turbulensi dan nilainya dapat dikategorikan ke nilai arah angin jangka waktu medium. Variasi jangka pendek tidak hanya secara horizontal tetapi juga memiliki komponen vertikal yang mempengaruhi dispersi turbulensi. Besarnya variasi horizontal dan vertikal dipengaruhi oleh stabilitas atmosfer. Pengaruh friksi pada permukaan tanah akan menurunkan kecepatan angin, sehingga kecepatan di bagian atas lebih tinggi dari bagian bawah.

Kecepatan angin berpengaruh terhadap proses dispersi di atmosfer dalam tiga hal:

- a. Kecepatan angin berpengaruh pada penyebaran emisi dari sumber emisi;
- b. turbulensi mekanis yang menambah pencampuran disebabkan adanya angin; dan
- c. efek *buoyancy* akan diperkecil dengan semakin besarnya kecepatan angin, sehingga menjaga ketinggian penyebaran polutan pada ketinggian di sekitar ketinggian polutan saat dilepaskan.

Menurut Allen (1998), kecepatan angin di titik sumber menggunakan rumus sebagai berikut.

$$U = U - \dots\dots\dots(11)$$

U : kecepatan angin pada ketinggian cerobong (m/dt)

U : kecepatan angin pada ketinggian 10m (m/dt)

H : tinggi cerobong (m)

n : konstanta = 0,25 untuk angin tidak stabil , n = 0,50 untuk angin yang stabil

2.5.8 Laju Emisi

Hoesodo (2004) menyatakan bahwa konsentrasi polusi udara pada suatu titik ditentukan oleh laju emisi (Q) yang didispersikan oleh angin dari sumber emisi menuju titik observasi. Sumber emisi adalah lalu lintas kendaraan dalam satuan jumlah kendaraan per detik, sedangkan laju emisi diekspresikan sebagai satuan massa polutan yang dilepaskan per satuan waktu.

Menurut Hoesodo (2004), laju emisi (Q) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = n \times q \times L \dots\dots\dots(12)$$

Q : laju emisi (g/s)

n : volume lalu lintas (jumlah kendaraan per detik)

q : emisi (g/km)

L : panjang ruas jalan (km)

2.5.9 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas dihitung berdasarkan jumlah kendaraan rata-rata yang lewat pada suatu titik di ruas jalan untuk kategori sepeda motor, kendaraan penumpang, dan kendaraan berat. Menurut Hoesodo (2004), volume lalu lintas menunjukkan tingkat kepadatan lalu lintas kendaraan bermotor pada suatu ruas jalan. Volume pada suatu jalan dapat bervariasi dari waktu ke waktu (bervariasi dari tahun ke tahun, minggu ke minggu, atau jam ke jam). Untuk mengetahui volume lalu lintas dilakukan penghitungan jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan pada interval waktu tertentu. Periode waktu yang diterapkan bervariasi, dapat dari 15 menit sampai dengan satu tahun, tergantung dari tujuan penggunaan data volume tersebut. Pada proses penghitungan ini juga diidentifikasi mengenai kecepatan kendaraan, jenis kendaraan yang melintas, dan arah pergerakan.

Satuan volume lalu lintas adalah satuan mobil penumpang (smp/jam) atau *passenger car unit* (pcu/hour). Dalam penghitungan karena kendaraan yang lewat terdiri dari bermacam-macam tipe/kategori, sepeda motor (*motor cycle*), kendaraan penumpang (*light vehicle*), kendaraan berat (*heavy vehicle*), maka untuk memperoleh volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang per satuan waktu dilakukan normalisasi.

Menurut *Directorate General of Highways, Indonesia Highway Capacity Manual* (1993), persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$n = n_{LV} \times f_{LV} + n_{HV} \times f_{HV} + n_{MC} \times f_{MC} \dots\dots\dots(13)$$

n : volume lalu lintas (smp/jam)

n_{LV} : jumlah kendaraan yang lewat per jam untuk jenis kendaraan *light vehicle*, yaitu kendaraan bermotor beroda empat (termasuk car passenger, mikro bus, *pick-up*, dan mikro truk sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga)

n_{HV} : jumlah kendaraan yang lewat per jam untuk jenis kendaraan *heavy vehicle*, yaitu kendaraan bermotor beroda lebih dari empat (termasuk bus, truk bergardan dua, truk bergardan tiga, dan truk gandeng sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga)

- n_{MC} : jumlah kendaraan yang lewat per jam untuk jenis kendaraan *motor cycle*, yaitu sepeda motor beroda dua atau tiga sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga
- f : nilai faktor konversi dari berbagai tipe kendaraan berkaitan dengan pengaruhnya terhadap pencemaran udara, yang dibandingkan dengan kendaraan penumpang, dimana memiliki nilai sebagai berikut:

Tabel 2.5.d Faktor Konversi untuk Volume Kendaraan

No	Jenis kendaraan	F	Kapasitas ruang bakar (cc)
1	Kendaraan berat (HV)	1,54	> 2800
2	Kendaraan penumpang (LV)	1	750 – 4300
3	Sepeda motor	0,6	< 200

Sumber: Gunarta, dkk (1999)

Dalam kaitannya dengan tingkat pencemaran udara variasi volume selama satu hari dalam basis jam adalah penting untuk diukur, hal ini untuk mengetahui kaitannya dengan variasi kualitas udara dalam satu hari.

2.6 Pengendalian Pencemaran Udara

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, udara sebagai sumber daya alam yang mempengaruhi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya harus dijaga dan dipelihara kelestarian fungsinya melalui pengendalian pencemaran udara untuk pemeliharaan kesehatan dan kesejahteraan manusia serta perlindungan bagi makhluk hidup lainnya. KLH (2009) menyatakan bahwa tingkat pencemaran udara adalah nilai yang menyatakan kondisi kualitas udara pada suatu tempat dan waktu tertentu. Dalam menentukan suatu zat yang masuk ke udara itu dalam taraf sangat berbahaya, berbahaya, atau tidak berbahaya, digunakan suatu standar mutu kandungan zat-zat yang dianggap masih layak untuk kehidupan, yang masih diperbolehkan berada di udara.

Pusarpedal (2011) menyatakan bahwa upaya preventif dalam rangka pengendalian dampak lingkungan hidup perlu dilaksanakan dengan mendayagunakan secara maksimal instrumen pengawasan dan perizinan. Salah satu instrumen pengawasan dan perizinan adalah penerapan Baku Mutu Lingkungan (BML). Baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar

yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup. Penentuan terjadinya pencemaran lingkungan hidup diukur melalui baku mutu lingkungan hidup.

Dalam Pasal 5 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara dinyatakan bahwa daerah dapat menetapkan BMUA (Baku Mutu Udara Ambien) daerah berdasarkan status mutu udara ambien di daerah yang bersangkutan melalui keputusan gubernur. BMUA (Baku Mutu Udara Ambien) daerah ditetapkan sebagai batas maksimum kualitas udara ambien daerah yang diperbolehkan dan berlaku diseluruh wilayah udara di atas batas administrasi daerah, dengan ketentuan sama dengan atau lebih ketat dari baku mutu udara ambien nasional.

Tabel 2.6 Baku Mutu Udara Ambien Provinsi Jawa Tengah

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	1 jam	632 g/Nm ³
		24 jam	365 g /Nm ³
		1 tahun	60 µg /Nm ³
2	Karbon Monoksida (CO)	1 jam	15.000 g /Nm ³
		24 jam	10.000 g /Nm ³
		1 tahun	-
3	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 jam	316 g /Nm ³
		24 jam	150 g /Nm ³
		1 tahun	100 g /Nm ³
4	Oksidan (O ₃)	1 jam	200 g /Nm ³
		24 jam	-
		1 tahun	-
5	Hidro Karbon (HC)	3 jam	160 g /Nm ³
6	Partikulat < 10 um (PM10)	1 jam	-
		24 jam	150 g /Nm ³

		1 tahun	-
	Partikulat < 2,5 um (PM2,5)	1 jam	-
		24 jam	65 g /Nm ³
		1 tahun	15 g /Nm ³
7	Debu (TSP)	1 jam	-
		24 jam	230 g /Nm ³
		1 tahun	90 g /Nm ³
8	Timah Hitam (Pb)	1 jam	-
		24 jam	2 g /Nm ³
		1 tahun	1 g /Nm ³
9	Dustfall (debu jatuh)	30 hari	10 ton/km ² /bulan (pemukiman) 20 ton/km ² /bulan (industri)
10	Total Fluorides (sebagai F)	24 jam	3 g /Nm ³
		90 hari	0,5 g /Nm ³
11	Fluor Indeks	30 hari	40 g /100 cm ² dari kertas lime filter
12	Klorin dan Klorin Dioksida	24 jam	150 g /Nm ³
13	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg SO ₂ /100cm ² dari lead peroksida

Sumber: Surat Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor 8 Tahun 2001

2.7 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Briggs (2005); Jerrett, dkk (2005a) menyatakan metode SIG telah dikembangkan dalam upaya untuk menyediakan cara yang lebih sederhana dan fleksibel dalam pemodelan hubungan sumber dan reseptor. Prahasta (2002) menyatakan bahwa SIG merupakan sejenis perangkat

lunak yang dapat digunakan untuk pemasukan, penyimpanan, manipulasi, menampilkan, dan keluaran informasi geografis berikut atribut-atributnya. Demers (1997) menyatakan bahwa SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, mengintergrasikan, dan menganalisis berbagai informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi, sedangkan menurut Widjojo (1993), SIG dapat didefinisikan sebagai perangkat lunak untuk penyimpanan, pemanggilan kembali, transformasi dan *display* data keruangan permukaan bumi yang terdiri dari: (1) spasial, yaitu data yang berkaitan dengan koordinat geografis (lintang, bujur, dan ketinggian), (2) atribut, yaitu data yang tidak berkaitan dengan posisi geografis dan (3) hubungan antara data spasial, atribut, dan waktu.

Menurut Prahasta (2011), ArcGIS adalah produk sistem *software* yang merupakan kumpulan (terintegrasi) dari produk-produk *software* lainnya dengan tujuan untuk membangun sistem SIG yang lengkap. ArcGIS *desktop* merupakan kumpulan aplikasi perangkat lunak SIG utama yang berbasis *desktop* Ms. Windows yang digunakan untuk mengkompilasi, menuliskan, menganalisis, men-*sharing*, memetakan, dan mempublikasikan informasi spasial. *Framework* (sistem) ini terdiri dari ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe, ArcReader, dan ModelBuilder dengan beberapa tingkatan fungsionalnya. (1) ArcView (terfokus pada fungsionalitas penggunaan, pemetaan, dan analisis data yang komprehensif), (2) ArcEditor (menambahkan fungsionalitas pembuatan data dan *editing* unsur-unsur spasial lanjut), dan (3) ArcInfo (merupakan perangkat lunak SIG *desktop* profesional dengan fungsionalitas yang lengkap, termasuk *tool geoprocessing*-nya yang banyak).

Menurut Prahasta (2002), secara umum persepsi manusia mengenai bentuk representasi *entity* spasial adalah konsep raster dan vektor. Di dalam konteks ini, sering digunakan terminologi “model data” sehingga untuk menyajikan *entity* spasial digunakan model data raster atau model data vektor. Sistem Informasi Geografis memiliki banyak kelebihan dalam analisis *spasial* dan memiliki dua hal yang penting yaitu :

a. Analisis *Proximity*

Analisis geografis yang berbasis pada jarak antar *layer*. Dalam analisis *proximity* sistem informasi geografis menggunakan proses yang disebut *buffering* (membangun lapisan pendukung di sekitar *layer* dalam jarak tertentu) untuk menentukan dekatnya hubungan antar sifat bagian yang ada.

b. Analisis *Overlay*

Proses integrasi data dari lapisan *layer-layer* yang berbeda. Secara sederhana, hal ini dapat disebut operasi *visual*, tetapi operasi ini secara analisis membutuhkan lebih dari satu *layer* untuk digabungkan secara fisik.

2.7.1 Model Data Raster

Prahasta (2002) menyatakan model data raster menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan struktur matriks atau piksel-piksel yang membentuk grid. Setiap piksel atau sel ini memiliki atribut sendiri, termasuk koordinatnya yang unik (di sudut grid (pojok), di pusat grid, atau di tempat yang lainnya). Akurasi model data ini sangat bergantung pada resolusi atau ukuran pikselnya (sel grid) di permukaan bumi. Contoh sumber-sumber *entity* spasial raster adalah citra satelit (misalnya NOAA, Spot, Landsat, Ikonos), citra radar, dan model ketinggian digital (DTM atau DEM dalam model data raster).

Model data ini biasanya digunakan dalam remote sensing yang berbasis citra satelit maupun *airborne* (pesawat terbang). Selain itu model ini digunakan pula dalam membangun model ketinggian digital (*DEM-Digital Elevation Model*) dan model permukaan digital (*DTM-Digital Terrain Model*). Model raster memberikan informasi spasial terhadap permukaan di bumi dalam bentuk gambaran yang digeneralisasi. Pada setiap piksel mewakili setiap obyek yang terekam dan ditandai dengan nilai-nilai tertentu. Secara konseptual, model data raster merupakan model data spasial yang paling sederhana.

Matriks raster memiliki bentuk yang teratur secara geometrik dan telah terurut secara otomatis, oleh sebab itu setiap posisi sel atau posisi pikselnya tidak harus direkam satu persatu. Jika semuanya direkam malah terjadi pemborosan memori yang sebenarnya tidak perlu. Hal inilah yang membedakannya dengan data vektor. Untuk membaca konten *file* data raster dengan benar, urutan perekaman data tersebut harus diperhatikan.

2.7.2 Model Data Vektor

Menurut Prahasta (2002), model data vektor menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis atau kurva, atau poligon beserta atribut-atributnya. Titik merupakan representasi grafis yang paling sederhana pada suatu obyek. Titik tidak mempunyai dimensi tetapi dapat ditampilkan dalam bentuk simbol baik pada peta maupun dalam layar monitor. Garis merupakan bentuk linear yang menghubungkan dua atau lebih titik

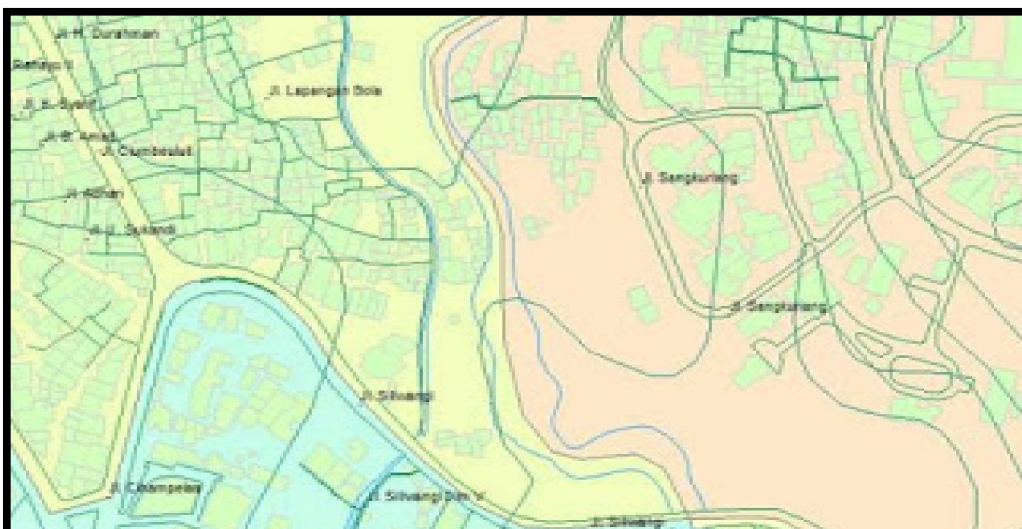
dan merepresentasikan obyek dalam satu dimensi. Poligon merupakan representasi obyek dalam dua dimensi.

Bentuk-bentuk dasar representasi data spasial di dalam sistem model data vektor, didefinisikan oleh sistem koordinat kartesian dua dimensi (x, y). Di dalam model data spasial vektor, garis-garis atau kurva (busur atau *arcs*) merupakan sekumpulan titik-titik terurut yang dihubungkan sedangkan luasan atau poligon juga disimpan sebagai sekumpulan daftar titik-titik, tetapi dengan catatan bahwa titik awal dan titik akhir poligon memiliki nilai koordinat yang sama (poligon tertutup sempurna).

Entitas garis dapat didefinisikan sebagai semua unsur linier yang dibangun dengan menggunakan segmen-segmen garis lurus yang dibentuk oleh dua titik koordinat atau lebih. Entitas bergeometri poligon juga dapat direpresentasikan dengan memanfaatkan berbagai cara pada model data vektor. Struktur data poligon bertujuan untuk mendeskripsikan properties dari suatu area sedemikian rupa hingga atribut-atribut yang dimiliki oleh blok-blok bangunan spasial dasar tipe ini dapat ditampilkan dan dimanipulasi sebagai peta tematik.



(A)



(B)

Sumber : <http://infoqulo.blogspot.com/2012/09/model-data-vektor-dan-data-raster.html> diakses tanggal 28 Desember 2013 Pukul 22:36 WIB

Keterangan Gambar:

- A : Model Data Raster
- B : Model Data Vektor

Gambar 2.7 Model Data