

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transportasi

Transportasi merupakan usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain dimana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu (Miro, 2005). Transportasi diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan (Nasution, 1996). Dalam hubungan ini terlihat ada tiga hal sebagai berikut :

- a) Ada muatan yang diangkut
- b) Tersedia kendaraan sebagai alat angkutannya, dan
- c) Ada jalanan yang dapat dilalui.

Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan pengangkutan dimulai, ke tempat tujuan, ke mana kegiatan pengangkutan diakhiri. transportasi menyebabkan nilai barang lebih tinggi di tempat tujuan daripada di tempat asal, dan nilai ini lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan untuk pengangkutannya. Nilai yang diberikan oleh transportasi adalah adalah berupa nilai tempat (*place utility*) dan nilai waktu (*time utility*). Kedua nilai ini diperoleh jika barang telah diangkut ke tempat di mana nilainya lebih tinggi dan dapat dimanfaatkan tepat pada waktunya.

Sistem adalah gabungan beberapa komponen atau objek yang saling berkaitan. Dalam setiap organisasi sistem, perubahan pada satu komponen dapat menyebabkan perubahan pada komponen lainnya. Sistem transportasi adalah suatu kesatuan komponen yang dapat memindahkan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan dan apabila salah satu unsure tidak ada maka sistem transportasi tidak dapat berjalan dengan baik. Sistem transportasi dijelaskan dalam bentuk sistem transportasi makro yang terdiri dari beberapa sistem transportasi mikro. Sistem

transportasi secara menyeluruh (makro) dapat dipecahkan menjadi beberapa sistem yang lebih kecil (mikro) yang masing-masing saling terkait dan saling mempengaruhi.

Bentuk perpindahan manusia atau barang tersebut secara fisik dapat dilihat dari besarnya hubungan lalu lintas melalui suatu prasarana penghubung yang disebut dengan jalan. Oleh sebab itu, jalan sebagai prasarana perangkutan diharapkan dapat menampung semua kendaraan yang melintas dan memberikan pelayanan yang baik bagi semua pengguna jalan. Jadi transportasi berfungsi sebagai sektor penunjang pembangunan (*The promoting sector*) dan pemberi jasa (*The servicing sector*) bagi perkembangan ekonomi (Nasution, 1996:12). Transportasi berfungsi sebagai sektor penunjang pembangunan (*the promoting sector*) dan pemberi jasa (*the servicing sector*) bagi perkembangan ekonomi. Selain itu transportasi juga memiliki peranan penting yaitu :

- a. Mengarahkan pembangunan
- b. Prasarana bagi pergerakan manusia
- c. Teknologi transportasi dapat mengubah arus pembawaan

Manfaat perangkutan adalah sebagai pergerakan manusia, barang-barang dan informasi yang selalu membawa komponen pokok dalam masyarakat (Rodrigue, Comtois, Slack, 2009).

Manfaat transportasi menurut Nasution (1996) dibagi menjadi dua yaitu :

❖ ***Manfaat Sosial***

Untuk kepentingan hubungan sosial ini, transportasi sangat membantu dalam menyediakan berbagai kemudahan, antara lain :

- a. Pelayanan untuk perorangan ataupun kelompok
- b. Pertukaran atau penyampaian informasi
- c. Perjalanan untuk bersantai
- d. Perluasan jangka perjalanan social
- e. Pemendekan jarak antara rumah dan tempat kerja
- f. Bantuan dalam memperluas kota atau menyebar penduduk menjadi kelompok yang lebih kecil.

❖ *Manfaat politis:*

Ada beberapa manfaat politis transportasi yang dapat berlaku dari negara manapun yaitu sebagai berikut:

- a. Transportasi menciptakan persatuan nasional yang semakin kuat dengan meniadakan isolasi.
- b. Transportasi menyebabkan pelayanan kepada masyarakat dapat dikembangkan atau diperluas dengan lebih merata pada setiap[bagian wilayah negara.
- c. Keamanan negara terhadap serangan dari luar yang tidak dikehendaki mungkin sekali bergantung pada transportasi yang efisien yang memudahkan mobilisasi segala daya (kemampuan dan tahanan) nasional serta memungkinkan perpindahan pasukan perang selama masa perang.
- d. Sistem transportasi yang efisien memungkinkan negara memindahkan dan mengangkut penduduk dari daerah bencana.

Kebutuhan bergerak dari suatu tempat ke tempat lainnya merupakan suatu kebutuhan dalam kehidupan manusia. Perpindahan manusia tersebut didasari kenyataan bahwa sumber kehidupan manusia tidak terdapat di sembarang tempat. (Warpani, 1990:4). Untuk itu diperlukan sarana ataupun prasarana transportasi guna mendukung pergerakan manusia dalam pemenuhan kebutuhannya. Transportasi sangat penting peranannya dalam menghubungkan daerah yang menjadi sumber bahan baku atau daerah produksi dengan daerah yang membutuhkan akan suatu bahan atau hasil produksi (konsumen). Seiring dengan perkembangan manusia, maka semakin berkembang pula kegiatan manusia yang secara otomatis menyebabkan penambahan intensitas pergerakannya. Kegiatan pergerakan ini disebut kegiatan perangkutan, yaitu kegiatan yang terjadi karena adanya perpindahan manusia dan barang dari suatu tempat ke tempat lain (Morlock,1991:5).

Tujuan pokok manajemen lalu lintas adalah memaksimumkan pemakaian sistem jalan jalan yang ada dan meningkatkan keamanan jalan, tanpa merusak kualitas lingkungan. Tujuan ini analog dengan studi pekerjaan dan pengendalian produksi pada industri, dan sangat sesuai dipakai untuk jangka pendek dan

peningkatan biaya modal rendah, sehingga menurut istilah ekonomi, meningkatkan penawaran (*supply*). Ukuran- ukuran manajemen dapat berkaitan dengan satu kategori lalu lintas, misalnya pejalan kaki atau lalu lintas campuran dan pengendalian operasional yang ketat pada rute-rute jalan bebas hambatan di kota.

Terdapat banyak perencanaan transportasi yang prosesnya sedang berlangsung di area metropolitan yang diberikan sedikit waktu. Masing-masing mendefinisikan pada level yang berbeda kompleksitas dan tujuannya. Sebagai contoh evaluasi terhadap perencanaan transportasi alternatif untuk jaringan jalan raya. Para perencana melihat pola pembangunan kawasan urban dan menetapkan pelayanan umum (*public services*). Proses perencanaan transportasi metropolitan dan di seluruh negara bagian memerlukan pertimbangan strategis proyek pembangunan transportasi yaitu sebagai berikut :

- a. Dukungan vitalitas ekonomi memungkinkan persaingan global, produktifitas dan efisiensi.
- b. Meningkatkan keselamatan dan keamanan pada sistem transportasi bagi pengendara kendaraan bermotor maupun tidak bermotor.
- c. Meningkatkan aksesibilitas dan mobilitas pilihan pengangkutan bagi masyarakat yang tersedia.
- d. Meningkatkan perlindungan terhadap lingkungan, mempromosikan konservasi energi dan memperbaiki kualitas udara.
- e. Meningkatkan integrasi dan konektifitas sistem transportasi dan di antara moda jarak lintas pengangkutan bagi masyarakat.
- f. Mempromosikan sistem manajemen dan operasi yang efisien.
- g. Penekanan terhadap pemeliharaan sistem transportasi yang ada.

2.1.1 Koridor Jalan

Koridor jalan merupakan suatu lorong ataupun penggal jalan yang menghubungkan satu kawasan dengan kawasan lain dan mempunyai batasan fisik

satu lapis bangunan dari jalan. Dalam koridor jalan terdapat jalur pejalan kaki atau pedestrian yang terletak disisi kanan dan kiri jalan yang berfungsi sebagai jalur untuk berjalan kaki. Jalur pejalan kaki atau pedestrian ways tidak bisa lepas dari karakteristik aktifitas atau fungsi guna lahan dan bangunan yang ada di atasnya serta faktor kelengkapan dan kondisi elemen–elemen pendukung (*street furniture*).

Koridor jalan juga dapat diartikan sebagai berikut:

- a. Lorong, lorong yang saling menghubungkan gedung yang satu dengan gedung yang lainnya.
- b. Tanah (Jalan).
- c. Tanah yang menghubungkan dua Negara.
- d. Jalur lalu lintas yang dimiliki suatu negara yang melintasi negara lain.

2.1.2 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan UU RI No 38 Tahun 2004 tentang Jalan. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel;

Sedang berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan yang diundangkan setelah UU No 38 mendefinisikan Jalan adalah *seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.*

Prasarana lalu lintas dan angkutan jalan adalah *ruang lalu lintas, terminal dan perlengkapan jalan yang meliputi marka, rambu, alat pemberi isyarat lalu lintas, alat pengendali dan pengamanan pengguna jalan, alat pengawasan dan pengamanan jalan serta fasilitas pendukung.*

Klasifikasi jalan atau hirarki jalan adalah pengelompokan jalan berdasarkan fungsi jalan, berdasarkan administrasi pemerintahan dan berdasarkan muatan sumbu yang menyangkut dimensi dan berat kendaraan. Penentuan klasifikasi jalan terkait dengan besarnya volume lalu lintas yang menggunakan jalan tersebut, besarnya kapasitas jalan, keekonomian dari jalan tersebut serta pembiayaan pembangunan dan perawatan jalan. Jalan umum menurut fungsinya di Indonesia dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan. Klasifikasi fungsional seperti ini diangkat dari klasifikasi di Amerika Serikat dan Canada. Di atas arteri masih ada *Freeway* dan *Highway*.

Klasifikasi jalan fungsional di Indonesia berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku adalah:

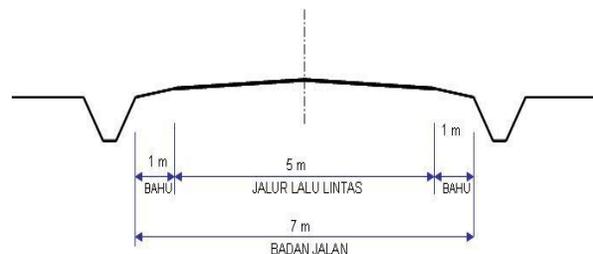
- a. Jalan arteri, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara berdaya guna. Jalan arteri terbagi menjadi dua yaitu jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder, dimana:
 - ❖ Jalan arteri primer menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan. Karakteristik jalan arteri primer adalah sebagai berikut :
 - Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam (km/h);
 - Lebar Daerah Manfaat Jalan minimal 11 (sebelas) meter;
 - Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien; jarak antar jalan masuk/akses langsung minimal 500 meter, jarak antar akses lahan langsung berupa

kapling luas lahan harus di atas 1000 m², dengan pemanfaatan untuk perumahan;

- Persimpangan pada jalan arteri primer diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan volume lalu lintas dan karakteristiknya;
 - Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas, lampu penerangan jalan, dan lain-lain;
 - Jalur khusus seharusnya disediakan, yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya;
 - Jalan arteri primer mempunyai 4 lajur lalu lintas atau lebih dan seharusnya dilengkapi dengan median (sesuai dengan ketentuan geometrik);
 - Apabila persyaratan jarak akses jalan dan atau akses lahan tidak dapat dipenuhi, maka pada jalan arteri primer harus disediakan jalur lambat (frontage road) dan juga jalur khusus untuk kendaraan tidak bermotor (sepeda, becak, dll).
- ❖ Jalan arteri sekunder adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi seefisien, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota. Di daerah perkotaan juga disebut sebagai jalan protokol. Karakteristik jalan arteri sekunder adalah sebagai berikut :
- Jalan arteri sekunder menghubungkan :
 - ✓ kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu.
 - ✓ antar kawasan sekunder kesatu.
 - ✓ kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.
 - ✓ jalan arteri/kolektor primer dengan kawasan sekunder kesatu.
 - Jalan arteri sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 (tiga puluh) km per jam.
 - Lebar badan jalan tidak kurang dari 8 (delapan) meter.

- Lalu lintas cepat pada jalan arteri sekunder tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
 - Akses langsung dibatasi tidak boleh lebih pendek dari 250 meter.
 - Kendaraan angkutan barang ringan dan bus untuk pelayanan kota dapat diizinkan melalui jalan ini.
 - Persimpangan pada jalan arteri sekunder diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan volume lalu lintasnya.
 - Jalan arteri sekunder mempunyai kapasitas sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
 - Lokasi berhenti dan parkir pada badan jalan sangat dibatasi dan seharusnya tidak diizinkan pada jam sibuk.
 - Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu, marka, lampu pengatur lalu lintas, lampu jalan dan lain-lain.
 - Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling besar dari sistem sekunder yang lain.
 - Dianjurkan tersedianya Jalur Khusus yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
 - Jarak selang dengan kelas jalan yang sejenis lebih besar dari jarak selang dengan kelas jalan yang lebih rendah.
- b. Jalan kolektor, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan kolektor terbagi menjadi dua yaitu jalan kolektor primer dan jalan kolektor sekunder, dimana:
- ❖ Jalan kolektor primer adalah jalan yang dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan kota-kota antar pusat kegiatan wilayah dan pusat kegiatan lokal dan atau kawasan-kawasan berskala kecil dan atau pelabuhan pengumpan regional dan pelabuhan pengumpan lokal. Karakteristik jalan kolektor primer adalah sebagai berikut :

- Jalan kolektor primer dalam kota merupakan terusan jalan kolektor primer luar kota.
 - Jalan kolektor primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan arteri primer.
 - Jalan kolektor primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 (empat puluh) km per jam.
 - Lebar badan jalan kolektor primer tidak kurang dari 7 (tujuh) meter
 - Jumlah jalan masuk ke jalan kolektor primer dibatasi secara efisien. Jarak antar jalan masuk/akses langsung tidak boleh lebih pendek dari 400 meter.
 - Kendaraan angkutan barang berat dan bus dapat diizinkan melalui jalan ini.
 - Persimpangan pada jalan kolektor primer diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan volume lalu lintas nya.
 - Jalan kolektor primer mempunyai kapasitas yang sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
 - Lokasi parkir pada badan jalan sangat dibatasi dan seharusnya tidak diizinkan pada jam sibuk.
 - Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas dan lampu penerangan jalan.
 - Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya lebih rendah dari jalan arteri primer.
 - Dianjurkan tersedianya Jalur Khusus yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
- ❖ Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan



masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota. Karakteristik jalan kolektor sekunder adalah sebagai berikut :

- Jalan kolektor sekunder menghubungkan:
 - ✓ antar kawasan sekunder kedua.
 - ✓ kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.
- Jalan kolektor sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) km per jam.
- Lebar badan jalan kolektor sekunder tidak kurang dari 7 (tujuh) meter.
- Kendaraan angkutan barang berat tidak diizinkan melalui fungsi jalan ini di daerah pemukiman.
- Lokasi parkir pada badan jalan-dibatasi.
- Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup.
- Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya lebih rendah dari sistem primer dan arteri sekunder.

c. Jalan lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi. Jalan Lokal terbagi menjadi dua yaitu jalan lokal primer dan jalan lokal sekunder, dimana:

- ❖ Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. Karakteristik jalan lokal primer adalah sebagai berikut :
 - Jalan lokal primer dalam kota merupakan terusan jalan lokal primer luar kota.
 - Jalan lokal primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan primer lainnya.

- Jalan lokal primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) km per jam.
 - Kendaraan angkutan barang dan bus dapat diizinkan melalui jalan ini.
 - Lebar badan jalan lokal primer tidak kurang dari 6 (enam) meter
 - Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling rendah pada sistem primer
- ❖ Jalan lokal sekunder adalah menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Karakteristik jalan lokal sekunder adalah sebagai berikut :
- Jalan lokal sekunder menghubungkan:
 - ✓ antar kawasan sekunder ketiga atau dibawahnya.
 - ✓ kawasan sekunder dengan perumahan.
 - Jalan lokal sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 (sepuluh) km per jam.
 - Lebar badan jalan lokal sekunder tidak kurang dari 5 (lima) meter.
 - Kendaraan angkutan barang berat dan bus tidak diizinkan melalui fungsi jalan ini di daerah pemukiman.
 - Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling rendah dibandingkan dengan fungsi jalan yang lain.
- d. Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Klasifikasi berdasarkan administrasi pemerintahan. Pengelompokan jalan dimaksudkan untuk mewujudkan kepastian hukum penyelenggaraan jalan sesuai dengan kewenangan Pemerintah dan pemerintah daerah. Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

- ❖ Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- ❖ Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- ❖ Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- ❖ Jalan kota, adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.
- ❖ Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan

2.1.3 Bagian-bagian Dari Jalan

a. Penampang Melintang Jalan

Penampang melintang suatu jalan adalah proyeksi/potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang tersebut dapat dilihat bagian-bagian jalan. bagian-bagian jalan tersebut meliputi Ruang Manfaat Jalan, Ruang Milik Jalan, dan Ruang Pengawasan Jalan. Penamaan tersebut sesuai dengan UU no 38 tahun 2004 tentang Jalan.

Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA) meliputi badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman. Ruang Milik Jalan (RUMIJA) meliputi Ruang Manfaat Jalan dan sejalur tanah tertentu di luar Ruang Manfaat Jalan. Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA) merupakan sejalur tanah tertentu di luar Ruang Milik Jalan yang ada di

b. Badan Jalan

Badan jalan terdiri atas Jalur lalu lintas (*Carriageway/travel way*) dan bahu jalan. Jalur lalu lintas (*Carriageway/travel way*) adalah bagian penampang melintang jalan yang digunakan untuk lewat kendaraan. Bagian ini terdiri dari atas beberapa lajur (*lane*), tergantung volume lalulintas yang akan ditampung. Beberapa hal yang perlu diperhatikan berkenaan dengan badan jalan adalah :

- Permukaan jalan. Permukaan jalan harus diusahakan selalu rata, tidak licin dan tidak kasar serta tahan dalam segala cuaca.
- Kemiringan melintang. Untuk memberikan kemungkinan drainasi permukaan jalan. Air yang jatuh di atas permukaan jalan dapat segera dialirkan ke saluran samping, untuk itu perkerasan dibuat miring ke sebelah luar. Titik yang tertinggi berada di tengah, dan kemudian menurun ke kedua tepian perkerasan. Bentuk penampang yang demikian disebut penampang normal atau bentuk CROWN.
- Lajur lalu lintas. Lajur lalu lintas adalah bagian dari jalur lalu lintas yang secara keseluruhan merupakan bagian dari lebar manfaat yang digunakan untuk dilewati lalu lintas.

c. Bahu jalan

Bahu jalan / berm / shoulder, mempunyai fungsi :

- Tempat berhenti sementara bagi kendaraan (orientasi arah perjalanan, mogok, istirahat, dll).
- Memberikan kebebasan samping (rasa lega) sehingga meningkatkan kegunaan jalan.
- Menahan konstruksi perkerasan dari samping
- Tempat memasang rambu lalu lintas, rel pelindung (*guard rail*), patok-patok Km, DMJ dan lain-lain.
- Tempat persiapan bagi perkerasan pemeliharaan jalan.

Kebutuhan akan adanya bahu jalan tergantung pada : fungsi dan tipe jalan, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan dan medan (*terrain*).

d. Saluran samping

Saluran samping terutama berguna untuk :

- Mengalirkan air dari permukaan perkerasan jalan ataupun dari bagian luar jalan.
- Menjaga supaya konstruksi jalan selalu dalam keadaan kering tidak terendam air.

e. Jalur pemisah / median (*traffic separation*)

Jalan raya yang mempunyai 4 lajur atau lebih harus mempunyai median. Bagian ini mungkin ada tetapi juga mungkin tidak ada karena tujuannya untuk memisahkan lajur dengan arah lalu lintas demi keamanan dengan demikian melaju dengan kecepatan yang tinggi. Fungsi yang lain adalah membatasi belokan (U-turn) agar lalu lintas lebih lancar, juga untuk membentuk lajur belok kanan pada persimpangan dan untuk mengurangi sorotan lampu. Median juga dapat berfungsi untuk menyediakan jalur hijau dan pembuatan taman kota. Jalan dengan median juga disebut daerah *carriage way / divided carriage way*.

f. Trotoar

Trotoar adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang digunakan khusus untuk pejalan kaki (*pedestrian*). Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar harus dibuat terpisah dari jalur lalu lintas oleh struktur fisik berupa kerb.

Trotoar tidak dibutuhkan pada jalan raya di daerah luar kota bila lalu lintas dan tingkat kepadatan penduduk rendah. Dalam situasi demikian sebagian lebar bahu jalan dapat menggantikan trotoar. Jika volume lalu lintas atau jumlah pejalan kaki lebih tinggi, maka harus dipakai bahu jalan yang lebih lebar. Di daerah perkotaan yang memiliki banyak gedung komersial, banyak pejalan kaki dan lalu lintas yang padat, dibutuhkan suatu trotoar yang ditinggikan. Lebar trotoar tergantung kepada kondisi setempat dan sebaiknya 3,0 meter.

2.1.4 Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik untuk pergerakannya, dan digunakan untuk transportasi darat. Umumnya kendaraan bermotor menggunakan mesin pembakaran dalam (perkakas atau alat untuk

menggerakkan atau membuat sesuatu yg dijalankan dengan roda, digerakkan oleh tenaga manusia atau motor penggerak, menggunakan bahan bakar minyak atau tenaga alam). Kendaraan bermotor memiliki roda, dan biasanya berjalan di atas jalanan. Kendaraan bermotor dibagi lagi menjadi 3 bagian yaitu Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KB) dan Sepeda Motor (SM).

1. Kendaraan Ringan (KR)

Kendaraan Ringan merupakan kendaraan bermotor roda 4, meliputi kendaraan penumpang, oplet, bus mikro, *pick-up*, dan truk mikro.

a. Kendaraan Penumpang (mobil)

Mobil (kependekan dari otomobil yang berasal dari bahasa Yunani ‘autos’ (sendiri) dan Latin ‘movére’ (bergerak)) adalah kendaraan beroda empat atau lebih yang membawa mesin sendiri. Pada awalnya mobil merupakan kendaraan bertenaga uap. Pertama kali dibuat pada akhir abad 18. Nicolas-Joseph Cugnot dengan sukses mendemonstrasikan kendaraan tersebut pada tahun 1769.

Umumnya mobil pertama mesin pembakaran dalam yang menggunakan bensin dibuat hampir bersamaan pada 1886 oleh penemu Jerman yang bekerja secara terpisah. Carl Benz pada 3 Juli 1886 di Mannheim, dan Gottlieb Daimler dan Wilhelm Maybach di Stuttgart. Sekarang ini, Amerika memiliki mobil lebih banyak dari negara lainnya. Jepang memimpin dalam pembuatan mobil, tetapi penduduk Jepang tidak mampu membiayai menjalankan mobil karena tempat parkir yang jarang dan harga bahan bakar yang mahal.

2. Kendaraan Berat (KB)

Contoh kendaraan berat yaitu truk dan bus.

a. Truk

Truk adalah sebuah kendaraan bermotor untuk mengangkut barang, disebut juga sebagai mobil barang. Dalam bentuk yang kecil mobil barang disebut sebagai *pick-up*, sedangkan bentuk lebih besar disebut sebagai truk tronton, sedang yang digunakan untuk angkutan peti kemas dalam bentuk tempelan disebut sebagai truk

trailer. Daya angkut truk tergantung kepada beberapa variabel, diantaranya jumlah ban, jumlah sumbu/ konfigurasi sumbu, muatan sumbu, kekuatan ban, daya dukung jalan.

b. Bus

Bus adalah kendaraan besar beroda, digunakan untuk membawa penumpang dalam jumlah besar. Istilah bus ini berasal dari bahasa Latin, omnibus, yang berarti “(kendaraan yang berhenti) di semua (perhentian)”. Bus memiliki beberapa jenis. Coach atau motorcoach biasanya adalah kendaraan yang dirancang untuk bepergian jarak jauh dari bus biasa. Sebagai hasilnya dia dilengkapi dengan kursi yang lebih nyaman, sebuah ruangan untuk tempat bagasi, dan mesin yang lebih besar. Kendaraan ini biasanya lebih tinggi dari bus biasa, dan dilengkapi dengan A.C., toilet, dan sistem audio/video. Mesin yang digunakan harus mampu menempuh trayek yang belum tentu mulus di beberapa daerah. Bahkan ada yang menggunakan tameng dikaca depan sebagai perlindungan dari aksi pelemparan kaca yang dilakukan orang jahil. Coaches / motorcoach adalah kendaraan yang fleksibel yang dapat digunakan untuk pariwisata, perjalanan liburan atau perjalanan antar-kota.

3. Sepeda Motor (SM)

Meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3. sepeda motor adalah kendaraan beroda dua yang ditenagai oleh sebuah mesin. Penggunaan motor di Indonesia sangat populer karena harganya yang relatif murah, penggunaan bahan bakarnya rendah serta biaya operasionalnya juga sangat rendah. Pada periode lebaran sepeda motor digunakan mudik untuk perjalanan jarak jauh, dari Jakarta sampai ke Jawa Timur, Lampung. Selain sepeda motor biasa, sekarang ini terdapat pula terobosan baru berupa sepeda motor listrik. Sepeda motor listrik adalah kendaraan tanpa bahan bakar minyak yang digerakkan oleh dinamo dan akumulator. Seiring dengan mencuatnya masalah pemanasan global dan kelangkaan BBM maka kini produsen kendaraan berlomba-lomba menciptakan kendaraan hibrida, dan sepeda motor listrik termasuk salah satu di dalamnya. Sampai sekarang di Indonesia telah tersedia tipe dengan

kecepatan 60 km/jam, dilengkapi rem cakram, lampu penerangan dekat dan jauh, lampu sein, lampu rem serta klakson.

2.2 Pencemaran Udara

2.2.1 Pengertian Pencemaran Udara

Pengertian pencemaran udara berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 tahun 1997 pasal 1 ayat 12 mengenai Pencemaran Lingkungan yaitu pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pencemaran yang berasal dari pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran sampah, sisa pertanian, dan peristiwa alam seperti kebakaran hutan, letusan gunung api yang mengeluarkan debu, gas, dan awan panas. Dapat pula diartikan pencemaran udara adalah suatu kondisi di mana kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan kesehatan tubuh manusia. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota-kota besar dan juga daerah padat industri yang menghasilkan gas-gas yang mengandung zat di atas batas kewajaran. Rusaknya atau semakin sempitnya lahan hijau atau pepohonan di suatu daerah juga dapat memperburuk kualitas udara di tempat tersebut. Semakin banyak kendaraan bermotor dan alat-alat industri yang mengeluarkan gas yang mencemarkan lingkungan akan semakin parah pula pencemaran udara yang terjadi. Untuk itu diperlukan peran serta pemerintah, pengusaha dan masyarakat untuk dapat menyelesaikan permasalahan pencemaran udara yang terjadi.

Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah RI no 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; Pengendalian pencemaran udara adalah upaya pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara.

Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana, misalnya di dalam rumah, sekolah, dan kantor. Pencemaran ini sering disebut pencemaran dalam ruangan. Sementara itu pencemaran di luar ruangan berasal dari emisi kendaraan bermotor, industri, perkapalan, dan proses alami oleh makhluk hidup. Sumber pencemar udara dapat diklasifikasikan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam terdiri dari pembangkit listrik, industri dan rumah tangga. Sedangkan sumber bergerak adalah aktifitas lalu lintas kendaraan bermotor dan transportasi laut. Dari data BPS tahun 1999, di beberapa propinsi terutama di kota-kota besar seperti Medan, Surabaya dan Jakarta, emisi kendaraan bermotor merupakan kontribusi terbesar terhadap konsentrasi NO₂ dan CO di udara yang jumlahnya lebih dari 50%. Penurunan kualitas udara yang terus terjadi selama beberapa tahun terakhir menunjukkan kita bahwa betapa pentingnya digalakkan usaha-usaha pengurangan emisi ini. Baik melalui penyuluhan kepada masyarakat ataupun dengan mengadakan penelitian bagi penerapan teknologi pengurangan emisi. Secara umum, terdapat 2 sumber pencemaran udara, yaitu pencemaran akibat sumber alamiah, seperti letusan gunung berapi, dan yang berasal dari kegiatan manusia, seperti yang berasal dari transportasi, emisi pabrik, dan lain-lain. Di dunia, dikenal 6 jenis zat pencemar udara utama yang berasal dari kegiatan manusia, yaitu Karbon monoksida (CO), oksida sulfur (SO_x), oksida nitrogen (NO_x), partikulat, hidrokarbon (HC), dan oksida fotokimia, termasuk ozon. Di Indonesia, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun terhadap lingkungan, seperti timbal/timah hitam (Pb), oksida nitrogen (NO_x), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), dan oksida fotokimia (Ox). Kendaraan bermotor menyumbang hampir 100% timbal, 13-44% suspended particulate matter (SPM), 71-89% hidrokarbon, 34-73% NO_x, dan hampir seluruh karbon monoksida (CO) ke udara Jakarta. Sumber utama debu berasal dari pembakaran sampah rumah tangga, di mana mencakup 41% dari sumber debu.

2.2.2 Sumber Pencemaran Udara

Secara umum, sumber-sumber pencemaran udara ada dua jenis, yaitu

1. Sumber alamiah

Pencemaran udara yang berasal dari sumber alamiah ini berasal dari kejadian-kejadian atau aktivitas alam yang tidak dapat diduga sebelumnya. Contoh-contoh sumber alamiah, antara lain:

- Letusan gunung berapi
- Gas beracun akibat gempa bumi
- Batuan yang berada di tanah dan mengeluarkan zat radioaktif yaitu radon
- Aerosol di lautan
- Tanaman (pollen, serbuk sari)
- Peluruhan H₂S, CO₂, dan ammonia
- Nitrifikasi dan denitrifikasi biologi
- Petir atau loncatan listrik yang dapat memecahkan molekul (misalnya pemecahan molekul N₂ menjadi NO)
- Kebakaran hutan (namun kejadian ini dapat dipicu oleh aktivitas manusia)

2. Sumber buatan manusia

Kegiatan manusia dapat mengubah lingkungan hidup yang antara lain disebabkan oleh perkembangan budaya, penggunaan ilmu dan teknologi, serta diiringi oleh pola konsumsi yang berlebihan. Beberapa aktivitas manusia yang dapat menimbulkan pencemaran udara, antara lain:

- Industri (gas buang pabrik yang menghasilkan gas berbahaya, seperti Chloro Fluoro Carbon)
- Kendaraan bermotor
- Pembangkit listrik
- Asap rokok
- Ledakan baik kecelakaan ataupun buatan

- Persampahan (dekomposisi, pembakaran sampah domestik, pembakaran sampah komersial)
- Permukiman (pembakaran dari perapian dan kompor)
- Pertanian

Sedangkan sumber-sumber pencemaran udara menurut EPA (Environmental Protection Agency) ada tiga jenis, yaitu

a. Sumber tetap

Sumber tetap adalah sumber emisi yang berada pada posisi tetap dari waktu ke waktu, contohnya adalah pada cerobong asap industri, misalnya emisi SO₂ dari cerobong PLTU.

b. Sumber bergerak

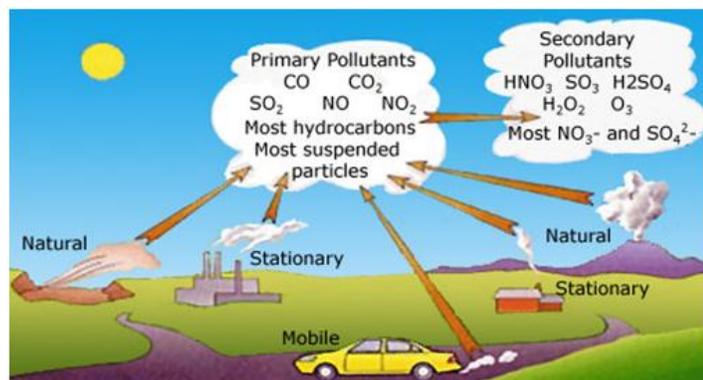
Sumber bergerak menghasilkan pencemar yang bergerak dari waktu ke waktu, seperti pada alat-alat transportasi, contohnya gas-gas pencemar yang keluar dari knalpot.

c. Sumber alamiah

Sumber alamiah contohnya adalah letusan gunung berapi yang meniup debu dari tanah. (Yusra, 2010).

2.2.3 Jenis-jenis Pencemaran Udara

Komposisi gas di atmosfer dapat mengalami perubahan karena polusi udara akibat dari aktivitas alam maupun dari berbagai aktivitas manusia. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari kebakaran hutan, debu, industri dan alat transportasi seperti kendaraan bermotor, mobil dll. Bahan pencemaran udara



Gambar 2.2 Jenis-jenis Pencemar Udara

Sumber: <http://www.marlborough.govt.nz/Environment/Air-Quality/What-are-air-pollutants.aspx>

Bahan pencemaran udara

(polutan) secara umum dapat digolongkan menjadi dua golongan dasar, yaitu partikel dan gas.

Pencemaran udara oleh berbagai jenis polutan dapat menurunkan kualitas udara. Penurunan kualitas udara untuk respirasi semua organisme (terutama manusia) akan menurunkan tingkat kesehatan masyarakat. Asap dari kebakaran hutan dapat menyebabkan gangguan iritasi saluran pernapasan, bahkan terjadinya infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Setiap terjadi kebakaran hutan selalu diikuti peningkatan kasus penyakit infeksi saluran pernapasan.

Jumlah polutan yang dikeluarkan ke udara dalam satuan waktu dinamakan emisi. Emisi dapat disebabkan oleh biogenic emissions (proses alam) misalnya, CH₄ hasil aktivitas penguraian bahan organik oleh mikroba dan anthropogenic emissions (kegiatan manusia), misalnya asap kendaraan bermotor, asap pabrik, dan sisa pembakaran. Beberapa jenis polutan pencemar udara antara lain sebagai berikut:

1. Gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂)

Gas karbon monoksida (CO) timbul akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Karbon monoksida (CO) dapat bersumber dari proses pembakaran tidak sempurna. Proses pembakaran tidak sempurna dapat terjadi pada mesin kendaraan, seperti mobil, sepeda motor, mesin, industri, kereta api, dan lain-lain. Proses pembakaran ini akan menghasilkan gas CO. Contoh, jika anda menghidupkan mesin mobil di dalam garasi, maka garasi harus dalam keadaan terbuka. Apabila garasi berada dalam keadaan tertutup rapat, maka gas CO yang keluar dari knalpot akan memenuhi ruangan garasi tersebut. Jika terhirup oleh seseorang dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan keracunan yang ditandai dengan badan lemas dan apabila berlanjut lama dapat menyebabkan kematian.

Gas karbon dioksida ini berasal dari asap pabrik, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan asap kendaraan bermotor. Selain itu, efek dari gas rumah kaca juga dipicu oleh hasil pembakaran fosil (batu bara dan minyak bumi) yang berupa hasil buangan bentuk CO₂ dan sulfur belerang.

2. Gas SO dan SO₂

Gas belerang yang terdapat di udara bebas dapat berupa SO, SO₂ dan SO₃. Gas belerang tersebut dihasilkan oleh pembakaran minyak bumi dan batu bara. Jika gas belerang (SO, SO₂ atau SO₃) bereaksi dengan gas nitrogen oksida (NO₂, NO₃) dan uap air membentuk senyawa asam (asam sulfat, asam nitrat) (Gambar 1). Jika senyawa asam bersatu dengan uap air akan membentuk awan, lalu mengalami kondensasi dan presipitasi di udara dan akan turun sebagai hujan asam.

3. Gas Kloro Fluoro Karbon (CFC)

Bila kita perhatikan, banyak produk-produk yang kita gunakan dalam kegiatan sehari-hari yang menggunakan gas CFC, misalnya parfum yang berwujud aerosol, air conditioner (AC), bahkan beberapa lemari es model lama menggunakan gas CFC pula. Gas CFC memiliki beberapa kelebihan, antara lain tidak berbau, tidak berasa, tidak mudah bereaksi, dan tidak berbahaya secara langsung. Dengan beberapa kelebihan tersebut, maka manusia menggunakan gas CFC untuk keperluan sebagai bahan pengembang seperti semprot rambut (*hair spray*), parfum semprot, pengembang busa, pendingin/lemari es, dan AC (*freon*).

4. Hidrokarbon (HC) dan Nitrogen Oksida (NO)

HC dan NO yang dipengaruhi oleh sinar matahari akan membentuk *smog* yang berupa gas yang sangat pedih jika mengenai mata dan juga sebagai penyebab penyakit kanker.

5. Gas-gas lainnya

Selain gas-gas tersebut, pencemaran udara bisa juga disebabkan oleh bau dari sampah membusuk, selokan yang tersumbat, bangkai binatang, debu dan sebagainya. Oleh sebab itu, hendaknya kita menjaga kebersihan lingkungan kita agar tidak menimbulkan pencemaran udara.

6. Partikel

Pencemaran udara dapat terjadi dalam bentuk partikel. Partikel merupakan polutan yang dapat bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel yang dapat masuk dalam saluran pernapasan adalah partikel yang berukuran 10 mikrometer (PM10). Partikel dapat berupa sebagai berikut :

- Aerosol (partikel) yang terhambur dan melayang di udara
- *Fog* (kabut) yang merupakan aerosol berupa butiran air di udara
- *Dust* (debu) atau aerosol yang berupa butiran padat yang melayang di udara karena tiupan angin
- *Smoke* (asap) yang merupakan aerosol campuran antara butiran padat dan cair yang melayang di udara
- *Mist* (mirip kabut), berupa butiran zat cair, terhambur, dan melayang di udara
- *Plume*, asap dari cerobong pabrik
- *Smog*, campuran *smoke* dan *fog*
- *Fume*, aerosol dari kondensasi uap logam



Gambar 2.3 Mekanisme Pencemaran Udara
Sumber pencemaran udara
(<http://www.epa.nsw.gov.au/air/>)

2.2.4 Komponen Pencemaran Udara Dari Kendaraan Bermotor

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia bertambah rata-rata 12% per tahun dalam kurun waktu 2000-2003. Sementara itu, pertumbuhan kendaraan penumpang dan komersial diproyeksikan mencapai berturut-turut 10% dan 15% per tahun antara tahun

2004-2006. Pada tahun 2004, total penjualan kendaraan penumpang adalah 312.865 unit, sedangkan kendaraan komersial (bus dan truk) mencapai 170.283 unit. Pada akhir tahun 2005 dan selama tahun 2006 jumlah penjualan kendaraan penumpang dan komersial diperkirakan mencapai 550.000 dan 600.000 unit.

Tabel II.1
Perkiraan Persentase Pencemar Udara dari Sumber Pencemar Transportasi di Indonesia

No	Komponen Pencemar	Persentase (%)
1	CO (Karbon Monoksida)	70,50
2	Nox (Nitrogen Oksida)	8,89
3	Sox (Belerang Oksida)	0,88
4	HC (idrokarbon)	18,34
5	Partikel	1,33
Total		100

Sumber: Wardhana (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan

1. Karbon Monoksida (CO)

CO adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu dibawah -1920C . Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas buangan. Selain itu, gas CO dapat pula terbentuk karena aktivitas industri. Sedangkan secara alamiah, gas CO terbentuk sebagai hasil kegiatan gunung berapi, proses biologi dan lain-lain walaupun dalam jumlah yang sedikit (Wardhana, 2004).

CO yang terdapat di alam terbentuk melalui salah satu reaksi berikut:

- a. Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- b. Reaksi antara CO_2 dengan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- c. Penguraian CO_2 menjadi CO dan O.

Berbagai proses geofisika dan biologis diketahui dapat memproduksi CO, misalnya aktivitas vulkanik, pancaran listrik dari kilat, emisi gas alami, dan lain-lain. Sumber CO lainnya yaitu dari proses pembakaran dan industri (Fardiaz, 1992).

Menurut Kurniawan, sebagian besar gas CO yang ada dipertanian berasal dari kendaraan bermotor (80%) dan ini menunjukkan korelasi yang positif dengan kepadatan lalu lintas dan kegiatan lain yang ikut sebagai penyumbang gas CO di atmosfer (Sugiarta, 2008). Hasil penelitian tersebut ditegaskan oleh penelitian yang dilakukan Sastranegara yang menyatakan hal serupa dan menekankan bahwa semakin lama rotasi atau putaran roda kendaraan per menit, semakin besar kadar CO yang diemisikan.

2. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida sering disebut dengan NO_x karena oksida nitrogen mempunyai dua bentuk yang sifatnya berbeda, yaitu gas NO₂ dan gas NO (Wardhana, 2004). Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen dioksida (NO₂) berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Reaksi pembentukan NO₂ dari NO dan O₂ terjadi dalam jumlah relatif kecil, meskipun dengan adanya udara berlebih. Kecepatan reaksi ini dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi NO. Pada suhu yang lebih tinggi, kecepatan reaksi pembentukan NO₂ akan berjalan lebih lambat. Selain itu, kecepatan reaksi pembentukan NO₂ juga dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen dan kuadrat dari konsentrasi NO. Hal ini berarti jika konsentrasi NO bertambah menjadi dua kalinya, maka kecepatan reaksi akan naik empat kali. Namun, jika konsentrasi NO berkurang setengah, maka kecepatan reaksi akan turun menjadi seperempat (Fardiaz, 1992).

Nitrogen monoksida (NO) tidak berwarna, tidak berbau, tidak terbakar, dan sedikit larut di dalam air (Sunu, 2001). NO terdapat di udara dalam jumlah lebih besar daripada NO₂. Pembentukan NO dan NO₂ merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO₂ (Depkes).

Kadar NO_x di udara daerah perkotaan yang berpenduduk padat akan lebih tinggi dibandingkan di pedesaan karena berbagai macam kegiatan manusia akan menunjang pembentukan NO_x, misalnya transportasi, generator pembangkit listrik,

pembuangan sampah, dan lain-lain. Namun, pencemar utama NO_x berasal dari gas buangan hasil pembakaran bahan bakar gas alam (Wardhana, 2004).

Selain itu, kadar NO_x di udara dalam suatu kota bervariasi sepanjang hari tergantung dari intensitas sinar matahari dan aktivitas kendaraan bermotor. Dari perhitungan kecepatan emisi NO_x diketahui bahwa waktu tinggal rata-rata NO₂ di atmosfer kira-kira 3 hari, sedangkan waktu tinggal NO adalah 4 hari dan gas ini bersifat akumulasi di udara yang bila tercampur dengan air akan menyebabkan terjadinya hujan asam (Sugiarta, 2008).

3. Belerang Oksida (SO_x)

Ada dua macam gas belerang oksida (SO_x), yaitu SO₂ dan SO₃. Gas SO₂ berbau tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO₃ sangat reaktif. Konsentrasi SO₂ di udara mulai terdeteksi oleh indra penciuman manusia ketika konsentrasinya berkisar antara 0,3-1 ppm. Gas hasil pembakaran umumnya mengandung lebih banyak SO₂ daripada SO₃. Pencemaran SO_x di udara terutama berasal dari pemakaian batubara pada kegiatan industri, transportasi dan lain sebagainya (Wardhana, 2004).

Pada dasarnya semua sulfur yang memasuki atmosfer diubah dalam bentuk SO₂ dan hanya 1-2% saja sebagai SO₃. Pencemaran SO₂ di udara berasal dari sumber alamiah maupun sumber buatan. Sumber alamiah adalah gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba, dan reduksi sulfat secara biologis. Proses pembusukan akan menghasilkan H₂S yang akan berubah menjadi SO₂. Sedangkan sumber SO₂ buatan yaitu pembakaran bahan bakar minyak, gas, dan terutama batubara yang mengandung sulfur tinggi (Mulia, 2005).

Pabrik peleburan baja merupakan industri terbesar yang menghasilkan SO_x. Hal ini disebabkan adanya elemen penting alami dalam bentuk garam sulfida misalnya tembaga (CuFeS₂ dan Cu₂S), zink (ZnS), merkuri (HgS) dan timbal (PbS). Kebanyakan senyawa logam sulfida dipekatkan dan dipanggang di udara untuk mengubah sulfida menjadi oksida yang mudah tereduksi. Selain itu sulfur merupakan kontaminan yang tidak dikehendaki di dalam logam dan biasanya lebih mudah untuk

menghasilkan sulfur dari logam kasar dari pada menghasilkannya dari produk logam akhirnya. Oleh karena itu, SO₂ secara rutin diproduksi sebagai produk samping dalam industri logam dan sebagian akan terdapat di udara (Depkes).

4. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon terdiri dari elemen hidrogen dan karbon. HC dapat berbentuk gas, cairan maupun padatan. Semakin tinggi jumlah atom karbon pembentuk HC, maka molekul HC cenderung berbentuk padatan. HC yang berupa gas akan tercampur dengan gas-gas hasil buangan lainnya. Sedangkan bila berupa cair maka HC akan membentuk semacam kabut minyak, bila berbentuk padatan akan membentuk asap yang pekat dan akhirnya menggumpal menjadi debu (Depkes).

Sumber HC antara lain transportasi, sumber tidak bergerak, proses industry dan limbah padat. HC merupakan sumber polutan primer karena dilepaskan ke udara secara langsung. Molekul ini merupakan sumber fotokimia dari ozon. Bila pencemaran udara oleh HC disertai dengan pencemaran oleh nitrogen oksida (NO_x), maka akan terbentuk *Peroxy Acetyl Nitrat* dengan bantuan oksigen (Sunu, 2001).

5. Partikel

Partikel adalah pencemar udara yang dapat berada bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel dapat diartikan secara murni atau sempit sebagai bahan pencemar yang berbentuk padatan (Mulia, 2005).

Partikel merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang terbesar di udara dengan diameter yang sangat kecil, mulai dari < 1 mikron sampai dengan maksimal 500 mikron. Partikel debu tersebut akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan. Partikel pada umumnya mengandung berbagai senyawa kimia yang berbeda dengan berbagai ukuran dan bentuk yang berbeda pula, tergantung dari mana sumber emisinya (Depkes).

Berbagai proses alami yang menyebabkan penyebaran partikel di atmosfer, misalnya letusan vulkano dan hembusan debu serta tanah oleh angin. Aktivitas

manusia juga berperan dalam penyebaran partikel, misalnya dalam bentuk partikel-partikel debu dan asbes dari bahan bangunan, abu terbang dari proses peleburan baja, dan asap dari proses pembakaran tidak sempurna, terutama dari batu arang. Sumberpartikel yang utama adalah dari pembakaran bahan bakar dari sumbernya diikuti oleh proses-proses industri (Fardiaz, 1992).

2.2.5 Dampak Emisi Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat pencemar udara yang memberikan dampak negatif terhadap kesehatan dan kesejahteraan manusia, serta lingkungan hidup. Sumber pencemar ini juga menimbulkan dampak terhadap lingkungan atmosfer yang lebih besar seperti hujan asam, kerusakan lapisan ozon stratosfer, dan perubahan iklim global. Zat-zat yang diemisikan dari knalpot kendaraan bermotor adalah CO₂, CO, NO_x, HC, SO_x, PM₁₀, dan Pb (dari bahan bakar yang mengandung timah hitam/timbal). Hasil kajian terdahulu seperti *the Study on the Integrated Air Quality Management for Jakarta Area* (JICA, 1997) dan *Integrated Vehicle Emission Reduction Strategy for Greater Jakarta* (ADB, 2002) menyimpulkan bahwa sector transportasi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pencemaran udara perkotaan (Suhadi, 2005). Dampak kesehatan yang ditimbulkan oleh sector transportasi berdasarkan zat pencemar antara lain:

1. Karbon Monoksida (CO)

Keracunan gas monoksida (CO) dapat ditandai dari keadaan ringan, berupa pusing, sakit kepala, dan mual. Keadaan yang lebih berat berupa menurunnya kemampuan gerak tubuh, gangguan pada sistem kardiovaskuler, serangan jantung hingga kematian. Hubungan antara konsentrasi CO, lama terpapar, dan efek yang timbul adalah sebagai berikut (Wardhana, 2004):

Tabel II.2
Hubungan antara konsentrasi CO, lama terpapar, dan efek yang timbul

No	Konsentrasi CO (ppm)	Lama Terpapar	Efek
1	100	Sebentar	Tidak ada
2	30	8 Jam	Pusing dan Mual

No	Konsentrasi CO (ppm)	Lama Terpapar	Efek
3	1000	1 Jam	Pusing, Kulit berubah kemerah-merahan

Sumber: Wardhana (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan

Karakteristik biologik yang paling penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan haemoglobin, pigmen sel darah merah yang mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Sifat ini menghasilkan pembentukan karboksihaemoglobin (HbCO) yang 200 kali lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO₂). Penguraian HbCO yang relatif lambat menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen tersebut dalam fungsinya membawa oksigen ke seluruh tubuh. Kondisi seperti ini bisa berakibat serius, bahkan fatal, karena dapat menyebabkan keracunan. Selain itu, metabolisme otot dan fungsi enzim intra-seluler juga dapat terganggu dengan adanya ikatan CO yang stabil tersebut. Dampak keracunan CO sangat berbahaya bagi orang yang telah menderita gangguan pada otot jantung atau sirkulasi darah perifer yang parah (Depkes).

Namun, dampak dari CO juga bervariasi tergantung dari status kesehatan seseorang pada saat terpajan. Pada beberapa orang yang berbadan gemuk dapat mentolerir pajanan CO sampai kadar HbCO dalam darahnya mencapai 40% dalam waktu singkat. Tetapi seseorang yang menderita sakit jantung atau paru-paru akan menjadi lebih parah apabila kadar HbCO dalam darahnya sebesar 5–10%. CO juga bisa mempengaruhi janin. Pengaruh terhadap janin pada prinsipnya adalah karena pajanan CO pada kadar tinggi dapat menyebabkan kurangnya pasokan oksigen pada ibu hamil yang konsekuensinya akan menurunkan tekanan oksigen di dalam plasenta dan juga pada janin dan darah. Hal ini dapat menyebabkan kelahiran prematur atau bayi lahir dengan berat badan lebih rendah dibandingkan keadaan normal (Tugaswati).

2. Nitrogen Oksida (NO_x)

Kedua bentuk nitrogen oksida, NO dan NO₂, sangat berbahaya bagi manusia. Namun, penelitian aktivitas mortalitas kedua komponen tersebut menunjukkan bahwa NO₂ empat kali lebih berbahaya dibanding NO (Fardiaz, 1992).

NO₂ merupakan gas yang toksik bagi manusia dan pada umumnya gas ini dapat menimbulkan gangguan sistem pernapasan. NO₂ dapat masuk ke paru-paru dan membentuk Asam Nitrit (HNO₂) dan Asam Nitrat (HNO₃) yang merusak jaringan mukosa (Mulia, 2005). NO₂ dapat meracuni paru-paru. Jika terpapar NO₂ pada kadar 5 ppm setelah 5 menit dapat menimbulkan sesak nafas dan pada kadar 100 ppm dapat menimbulkan kematian (Chahaya, 2003).

Gangguan sistem pernapasan yang terjadi dapat menjadi *empisema*. Bila kondisinya kronis dapat berpotensi menjadi bronkitis serta akan terjadi penimbunan nitrogen oksida (NO_x) dan dapat menjadi sumber karsinogenik atau penyebab timbulnya kanker (Sunu, 2001).

3. Belerang Oksida (SO_x)

Gas SO₂ yang ada di udara dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan dan kenaikan sekresi mukosa. Dengan konsentrasi 500 ppm SO₂ dapat menyebabkan kematian pada manusia. Pencemaran SO₂ yang cukup tinggi telah menimbulkan malapetaka yang cukup serius seperti yang terjadi di lembah sungai Nerse Belgia pada tahun 1930. Pada saat itu, kandungan SO₂ di udara mencapai 38 ppm dan menyebabkan toksisitas akut. Kasus yang paling mengerikan terjadi di London. Selama lima hari terjadi perubahan temperatur dan pembentukan kabut yang menyebabkan kematian 3500- 4000 penduduk. Peristiwa ini dikenal dengan nama “London Smog” (Mulia, 2005). Kadar SO₂ yang berpengaruh terhadap gangguan kesehatan adalah sebagai berikut (Depkes):

Tabel II.3
Pengaruh Konsentrasi SO₂ terhadap Kesehatan

No	Konsentrasi (ppm)	Efek
1	3-.5	Jumlah terkecil yang dapat dideteksi dari baunya
2	8-.12	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan iritasi tenggorokan
3	20	Jumlah terkecil yang akan mengakibatkan iritasi mata dan batuk serta jumlah maksimum yang diperbolehkan untuk konsentrasi dalam waktu lama
4	50-100	Maksimum yang diperbolehkan untuk kontak singkat

No	Konsentrasi (ppm)	Efek
5	400-500	Berbahaya meskipun kontak secara singkat

Sumber: www.depkes.go.id

Selain berpengaruh terhadap kesehatan manusia, SO₂ juga berpengaruh terhadap tanaman dan hewan. Pengaruh SO₂ terhadap hewan hampir menyerupai pengaruh SO₂ terhadap manusia. Sedangkan pada tumbuhan, SO₂ dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna pada daun dari hijau menjadi kuning atau terjadinya bercak-bercak putih pada daun tanaman (Sugiarta, 2008).

4. Hidrokarbon (HC)

Hingga saat ini belum ada bukti yang menunjukkan bahwa HC pada konsentrasi udara ambien memberikan pengaruh langsung yang merugikan manusia. Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap hewan dan manusia diketahui bahwa hidrokarbon alifatik dan alisiklis memberikan pengaruh yang tidak diinginkan kepada manusia hanya pada konsentrasi beberapa ratus sampai beberapa ribu kali lebih tinggi daripada konsentrasi yang terdapat di atmosfer (Fardiaz, 1992).

Adapun pengaruh hidrokarbon terhadap kesehatan manusia dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Ebenezer, 2006) :

Tabel II.4
Jenis-Jenis Hidrokarbon Aromatik dan Pengaruhnya pada Kesehatan Manusia

Jenis Hidrokarbon	Konsentrasi (ppm)	Dampak Kesehatan
Benzene (C ₆ H ₆)	100	Iritasi membran mukosa
	3	Lemas setelah ½ - 1 jam
	7.5	Pengaruh sangat berbahaya setelah pemaparan 1jam
	20	Kematian setelah pemaparan 5-10 menit
Toluena (C ₇ H ₈)	200	Pusing, lemah, dan berkunang-kunang setelah pemaparan 8 jam
	600	Kehilangan koordinasi, bola mata terbalik setelah

Sumber: Ebenezer, dkk (2006). *Pengaruh Bahan Bakar Transportasi terhadap Pencemaran Udara dan Solusinya.*

5. Partikel

Pengaruh partikel debu bentuk padat maupun cair yang berada di udara sangat tergantung kepada ukurannya. Ukuran partikel debu yang membahayakan kesehatan umumnya berkisar antara 0,1 mikron sampai dengan 10 mikron. Pada umumnya ukuran partikel debu sekitar 5 mikron merupakan partikel udara yang dapat langsung masuk ke dalam paru-paru dan mengendap di alveoli. Namun, bukan berarti bahwa ukuran partikel yang lebih besar dari 5 mikron tidak berbahaya karena partikel yang lebih besar dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi. Keadaan ini akan lebih bertambah parah apabila terjadi reaksi sinergistik dengan gas SO₂ yang terdapat di udara juga. Selain dapat berpengaruh negatif terhadap kesehatan, partikel debu juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan juga mengadakan berbagai reaksi kimia di udara (Depkes).

Partikel udara dalam wujud padat yang berdiameter kurang dari 10 µm yang biasanya disebut dengan PM₁₀ (*particulate matter*) diyakini oleh para pakar lingkungan dan kesehatan masyarakat sebagai pemicu timbulnya infeksi saluran pernafasan, karena partikel padat PM₁₀ dapat mengendap pada saluran pernafasan daerah bronki dan alveoli. PM₁₀ sangat memprihatinkan karena memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menembus ke dalam paru. Sedangkan rambut di dalam hidung hanya dapat menyaring debu yang berukuran lebih besar dari 10 µm (Agusgindo, 2007).

2.2.6 Indeks Standar Pencemaran Udara

Untuk perhitungan mengkonversi pencemaran udara menjadi angka didasarkan pada Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan No.17 Tahun 1997 Tanggal 21 November 1997 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{Ia - Ib}{Xa - Xb} (Xx - Xb) + Ib$$

Diketahui :

I : ISPU terhitung

Ia : ISPU batas atas

Ib : ISPU batas bawah

Xa : Ambien batas atas

Xb : Ambien batas bawah

Xx : Kadar ambien nyata hasil pengukuran

Tabel II.5
Kategori Kualitas Udara Berdasarkan Rentang Nilai ISPN

Kategori	Rentang	Carbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO ₂)	Ozon O ₃	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Partikulat	Penjelasan
Baik	0-50	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan akibat Kombinasi dengan SO ₂ (Selama 4 Jam)	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O ₃ (Selama 4 Jam)	Tidak ada efek	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika
Sedang	51 - 100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada Babarapa spesies tumbuhan	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang	Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika

Kategori	Rentang	Carbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO ₂)	Ozon O ₃	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Partikulat	Penjelasan
Tidak Sehat	101 - 199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna. Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, Meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu di mana-mana	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika
Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit Jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronhitis	Olah raga ringan mengakibatkan pengaruh pernafasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asthma dan bronhitis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asthma dan bronhitis	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah populasi yang terpapar.
Berbahaya	300 - lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar					Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi

Sumber : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer: Kep 45/MENLH/10/1997 tentang : Indeks Standar Pencemaran Udara.

2.3 Ruang Terbuka Hijau

2.3.1 Pengertian Ruang Terbuka Hijau

Ruang terbuka hijau dapat diartikan sebagai suatu ruang terbuka di wilayah perkotaan yang menitik beratkan pada unsur hijau (vegetasi) sebagai unsurnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa ruang terbuka hijau lebih menekankan pada unsur hijau (vegetasi) dalam setiap bentuknya. Untuk itu diperlukan suatu upaya untuk mempertahankan dan mengembangkan ruang terbuka hijau sebagai upaya untuk

meningkatkan kualitas hidup di wilayah perkotaan yang mencakup bumi, air, ruang angkasa dan kekayaan yang terkandung di dalamnya. Sebagaimana bangunan atau struktur kota lainnya, pengaturan ruang terbuka hijau juga menerapkan prinsip-prinsip komposisi desain yang baik, keindahan dan kenyamanan (Purbani, 1997 : 28).

Ruang terbuka hijau sebagai sebarang lahan terbuka tanpa bangunan yang mempunyai ukuran, bentuk dan batas geografi tertentu dengan status penguasaan apapun, yang didalamnya terdapat tetumbuhan hijau berkayu tahunan (*perennial woody plant*), dengan pepohonan sebagai penciri utama dan tumbuhan lainnya (perdu, semak, rerumputan dan tumbuhan penutup lainnya) sebagai tumbuhan pelengkap. Serta benda-benda lain yang juga sebagai pelengkap dan penunjang fungsi ruang terbuka hijau yang bersangkutan (Purnomohadi, 1996 : 3).

Ruang terbuka hijau sebagai fasilitas yang memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan permukiman dan merupakan suatu unsur yang sangat penting dalam suatu kegiatan rekreasi (Groove, 1996 : 112).

2.3.2 Tujuan Penyediaan Ruang Terbuka Hijau

Tujuan utama pembentukan ruang terbuka hijau adalah untuk melindungi manusia dan makhluk hidup lainnya dari bencana alam, melindungi dan mengelola sumber daya alam untuk alasan ekonomis, keunikan serta nilai-nilai sosial yang ada didalamnya, sebagai sarana rekreasi, pendidikan dan kebudayaan, sebagai lahan cadangan untuk perkembangan kota di masa yang akan datang dan sebagai salah satu unsur pembentuk kota (Miler, 1981 : 15).

Pada dasarnya ruang terbuka hijau bertujuan untuk meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan (Grey, 1986 : 1). *Seymour* mengatakan bahwa tujuan utama pembentukan ruang terbuka adalah meningkatkan kualitas kehidupan dan lingkungan di dalam kota dengan sarana untuk memaksimalkan kesejahteraan manusia dengan menciptakan suatu lingkungan perkotaan lebih baik, lebih sehat, lebih menyenangkan dan menarik (Miler, 1980 : 10).

Menurut (Permendagri No.1, 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan) tujuan dari pembentukan ruang terbuka hijau adalah, sebagai berikut:

Tujuan penataan RTHKP adalah :

- a. Menjaga keserasian dan keseimbangan ekosistem lingkungan perkotaan;
- b. Mewujudkan kesimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan buatan di perkotaan, dan
- c. meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan yang sehat, indah, bersih dan nyaman.

Menurut (Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departement Pekerjaan Umum, 2008) menyebutkan bahwa tujuan pembentukan ruang terbuka hijau adalah:

1. Keindahan (tajak, tegakan pengarah, pengamanan, pengisi dan pengalas), mengurangi pencemaran udara, peredam kebisingan, memperbaiki iklim mikro, penyangga sistem kehidupan dan kenyamanan.
2. Perlindungan, pecegah erosi dan penahan badai
3. Pendidikan, kesenangan, kesehatan, interaksi sosial
4. Pendukung ekosistem makro, ventilasi dan pemersaru ruang kota
5. Kenyamanan spasial, visual, audial dan termal serta nilai ekonomi
6. Pelayanan masyarakat dan penyangga lingkungan kota, wisata alam, produksi hasil hutan
7. Keseimbangan ekosistem
8. Reservasi dan perlindungan situs bersejarah

Menurut (Permen PU No 5/PRT/M, 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan) Tujuan penyelenggaraan RTH adalah:

- a. Menciptakan aspek planologis perkotaan melalui keseimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan binaan yang berguna untuk kepentingan masyarakat.

- b. Meningkatkan keserasian lingkungan perkotaan sebagai sarana pengamanan lingkungan perkotaan yang nyaman, segar, indah, dan bersih.

2.3.3 Fungsi Ruang Terbuka Hijau

Terdapat beberapa definisi tentang fungsi ruang terbuka hijau. Berdasarkan (Pedoman Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departement Pekerjaan Umum Tahun 2007), menyebutkan bahwa fungsi ruang terbuka hijau, adalah sebagai berikut :

1. Fungsi bio ekologis (fisik), yaitu memberi jaminan pengadaan rth menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota), pengatur iklim mikro, agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar, sebagai peneduh, produsen oksigen, penyerap air hujan, penyedia habitat satwa, penyerap (pengolah) polutan media udara, air dan tanah serta penahan angin.
2. Fungsi sosial ekonomi (produktif) dan budaya yang mampu menggambarkan ekspresi budaya lokal. Rth merupakan media komunikasi warga kota, tempat rekreasi, tempat pendidikan dan penelitian.
3. Ekosistem perkotaan, produsen oksigen, tanaman berbunga, berbuah dan berdaun indah serta bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, kehutanan dan lain sebagainya.
4. Fungsi estetis, yaitu meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota baik dari skala mikro: halaman rumah, lingkungan permukiman, maupun makro: lanskap kota secara keseluruhan. Mampu menstimulasi kreatifitas dan produktifitas warga kota. Juga bisa berekreasi secara aktif maupun pasif seperti bermain, berolahraga atau kegiatan sosialisasi lain yang sekaligus menghasilkan “keseimbangan kahidupan fisik dan psikis”. Dapat tercipta suasana serasi dan seimbang antara berbagai bangunan gedung, infrastruktur jalan dengan pepohonan hutan kota, taman kota, taman kota pertanian dan perhutanan, taman gedung, jalur hijau jalan, bantaran rel kereta api serta jalur biru bantaran kali.

Fungsi ruang terbuka hijau sebagai berikut (Shirvani, 1985: 93) :

- a. Sebagai peneduh, pengatur suhu, penyaring udara kotor, pengontrol banjir, angin dan suara serta tempat tinggal binatang

- b. Sebagai tempat rekreasi dan bermain anak – anak
- c. Menunjukkan tampilan / identitas kota

Ruang terbuka hijau memiliki beberapa fungsi penting, antara lain (Lovejoy, 1979 :130-137) :

- a. Memperbaiki iklim kota melalui penyaringan angin, modifikasi iklim ekstrim, mencegah kekeringan dengan cara menyimpan udara lembab dalam kanopi
- b. Meningkatkan kualitas tanah dengan mendukung siklus nutrisi tanah, menyuburkan tanah melalui humus dan juga mencegah penurunan kesuburan tanah
- c. Konservasi air melalui kanopi pada pepohonan maka air dapat dijaga dari penguapan berlebihan sehingga cadangan air tetap terjaga
- d. Kandang satwa liar, berbagai spesies dapat hidup berdampingan dengan penghuni kota lainnya melalui penyediaan habitat yang sesuai dengan kebutuhan mereka
- e. Memproduksi kayu dan makanan, dengan melestarikan berbagai jenis tumbuhan dan pepohonan di dalam kota yang dapat memberikan manfaat yang cukup ekonomis melalui produksi alam, seperti kayu, buah – buahan, dsb.
- f. Meningkatkan aura dan visual lingkungan, melalui keindahan pepohonan dan responnya terhadap ritme musim yang merupakan bagian dari kehidupan sehari – hari perkotaan
- g. Rekreasi , dengan daya tarik khusus ruang terbuka hijau melalui keberadaan fitur – fitur alam dan kehidupan satwa yang ada di dalamnya, keindahan dan variasi serta kekuatan dalam menyerap kerumunan

2.3.4 Manfaat Ruang Terbuka Hijau

Manfaat ruang terbuka hijau adalah untuk menunjang kesehatan, kesejahteraan, dan keamanan bagi penghuni kota (Rapuano, 1964 : 13). Ruang terbuka hijau juga dapat memberikan hasil produksi sumber daya alam, memberikan perlindungan terhadap bencana alam, melestarikan lingkungan hidup, menunjang

kesehatan dan keselamatan memfalisasi kegiatan rekreasi serta dapat mengendalikan pembangunan (Seymour,1980 : 20).

Manfaat RTHKP menurut (Permendagri No.1, 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan) adalah :

- a. Sarana untuk mencerminkan identitas daerah
- b. Sarana penelitian, pendidikan dan penyuluhan
- c. Sarana rekreasi aktif dan pasif serta interkasi sosial
- d. Meningkatkan nilai ekonomi lahan perkotaan
- e. Menumbuhkan rasa bangga dan meningkatkan prestise daerah
- f. Sarana aktivitas sosial bagi anak-anak, remaja, dewasa dan manula
- g. Sarana ruang evakuasi untuk keadaan darurat
- h. Memperbaiki iklim mikro, dan
- i. Meningkatkan cadangan oksigen di perkotaan.

2.3.5 Jenis Ruang Terbuka Hijau

Konsep pembangunan berkelanjutan (sustainable development) menghendaki agar setiap usaha pembangunan yang dilakukan tetap memelihara kondisi lingkungan. Salah satu aspek lingkungan adalah udara, dimana didalamnya terkandung sejumlah oksigen yang merupakan komponen esensial bagi kehidupan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Lebih jauh lagi udara juga sumber daya alam milik bersama yang besar pengaruhnya pada ekosistem global khususnya menyangkut pemanasanm global yang terkait dengan masalah pencemaran udara.

Penyediaan RTH dinilai merupakan upaya yang efektif dan efesien dalam menurunkan konsentrasi polutan udara karena dapat diintegrasikan dengan rencana tata ruang yang sudah ada dan membutuhkan biaya yang relative sedikit apabila dibandingkan dengan metode lainnya. Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2007, RTH atau ruang terbuka hijau didefinisikan sebagai area memanjang, jalur atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, dan merupakan tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alami maupun yang sengaja ditanam. Proporsi luas Ruang Terbuka hijau pada kota paling

sedikit 30% dari luas wilayah kota. Proporsi ruang terbuka hijau 30% tersebut merupakan ukuran minimal untuk menjamin ekosistem kota, meningkatkan ketersediaan air bersih bagi masyarakat dan juga meningkatkan nilai estetika kota.

Fungsi utama ruang terbuka hijau yaitu fungsi ekologis untuk menjamin sirkulasi udara kota, pengatur iklim mikro, peneduh, produsen oksigen, penyerap air hujan, penyerap polutan, habitat satwa, dan penahan angin. Manfaat lain RTH antara lain pembersihan udara, menjamin ketersediaan air tanah, dan konservasi hayati. RTH juga memberikan manfaat bagi kesehatan antara lain karena tanaman dalam RTH dapat menyerap karbondioksida serta zat pencemar udara lainnya dan menghasilkan oksigen.

Jenis ruang terbuka hijau terdiri dari jenis ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat (**UU No. 26, 2007 Tentang Penataan Ruang**). Pada intinya, UU Penatan Ruang menjelaskan bahwa yang dimaksud dengan Ruang Terbuka Hijau (RTH) terdiri dari ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat, adalah sebagai berikut:

a. RTH Publik

RTH publik merupakan ruang terbuka hijau yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum.

Yang termasuk ruang terbuka hijau publik, antara lain adalah:

- Taman kota,
- Taman pemakaman umum,
- Jalur hijau sepanjang jalan, sungai, dan pantai.

b. RTH Privat

Yang termasuk ruang terbuka hijau privat, antara lain berupa kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan

Dalam Permen Pu No. 5 Tahun 2008, menyatakan bahwa arahan penyediaan ruang terbuka hijau secara garis besar dipisahkan menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu: arahan penyediaan pada bangunan/perumahan, arahan penyediaan pada

lingkungan/permukiman dan arahan penyediaan skala kota/perkotaan. Pengembangan RTH di jalan Kom. Noto Sumarsono dan jalan Ahmad Yani dilakukan dengan memaksimalkan potensi RTH yang ada diantaranya adalah RTH pada jalur hijau jalan, taman serta intensitas KDH disepanjang jalan. Dengan fungsi sebagai arahan penanganan pencemaran udara karena emisi gas buang kendaraan bermotor dari kegiatan transportasi melalui pemilihan vegetasi yang mampu menyerap emisi, pola penanaman serta peletakkannya. Tipologi RTH yang dapat dikembangkan diantaranya adalah sebagai berikut :

2.3.6 Vegetasi

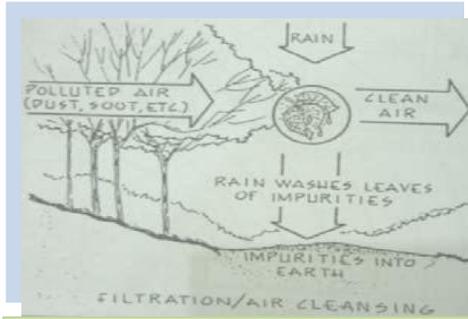
Vegetasi adalah istilah untuk keseluruhan komunitas tumbuhan. Vegetasi merupakan bagian hidup yang tersusun dari tumbuhan tanaman, pepohon yang menempati suatu ekosistem. Irwan menjelaskan bahwa vegetasi dalam ekosistem berperan sebagai produsen utama yang mengubah energi surya menjadi energi potensial. Energi yang dihasilkan oleh vegetasi merupakan sumber hara mineral dan perubah terbesar lingkungan yang dapat meningkatkan kualitas lingkungan. Benson dan Roe (2000) menyebutkan bahwa vegetasi penting dalam berfungsi secara ekologis dan merupakan salah satu faktor penting dalam menciptakan keberlanjutan lingkungan. Beberapa fungsi ekologis tanaman dan vegetasi antara lain control polusi, meningkatkan kualitas udara, ameliorasi iklim, mereduksi bising, menyimpan karbon, dan sebagai keragaman hayati.

Branch menjelaskan bahwa unsur vegetasi dapat meningkatkan daya tarik kota dan membantu menjaga kebersihan udara. Lebih lanjut Carpenter (1975) menjelaskan bahwa tanaman memiliki efek penting pada suhu udara. Selain itu vegetasi dapat mengurangi terjadinya erosi tanah dan bahaya tanah longsor. Carpenter et al (1975) menambahkan bahwa kehadiran tanaman di lingkungan perkotaan memberikan suasana alami.

2.3.7 Fungsi Tanaman

Berikut dapat dijelaskan fungsi tanaman dalam lansekap :

A. Tanaman Sebagai Penyerap Gas Pencemar



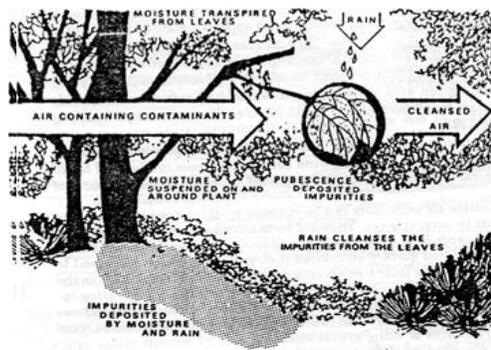
Gambar 2.4 Tanaman Menjernihkan

Udara Sumber : (Carpenter et al., 1975)

Tanaman dapat mengurangi polutan udara melalui proses oksigenasi, yaitu proses pelepasan oksigen ke atmosfer, dan dilusi, yaitu pencampuran udara tercemar dengan udara bersih. Ketika udara yang tercemar mengalir di dalam dan sekitar tanaman dan melewati udara bersih dan beroksigen, terjadi pencampuran antara udara yang tercemar dengan udara bersih sehingga konsentrasi zat

pencemar udara berkurang (Grey dan Deneke, 1978 :33).

B. Tanaman Sebagai Penyerap Partikel



Gambar 2.5 Penyerapan Partikel Oleh Pohon Sumber : (Grey and Deneke, 1978)

Partikel pencemar udara disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil, proses-proses industri, erosi tanah, dan reaksi kompleks antara matahari dan polutan gas. Partikel pencemar tersebut walaupun disaring sebelum memasuki tubuh manusia, dapat menyebabkan gangguan pernapasan, serangan jantung dan kanker). Pengurangan partikel dari udara sebagian besar dilakukan

oleh angin. Angin membawa partikel-partikel tersebut. Selain angin, reduksi partikel dari udara juga disebabkan oleh tanaman. Partikel dan debu dijerap oleh tanaman terutama pada daun dan permukaan tanaman. (Harris, Clark, and Matheny, 1999: 71).

C. Pemilihan Jenis Tanaman

Dalam Permen PU No.5 tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan Dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Wilayah Perkotaan, terdapat kriteria jenis tanaman yang disesuaikan dengan jenis peruntukan lahan. Namun perlu diingat bahwa pemilihan jenis tanaman pelindung bagi RTH Kota tentu akan berlainan antar berbagai kota di Indonesia, karena sangat tergantung pada kondisi ekosistem setempat.

Dari berbagai penelitian (Dahlan, 1992) yang sebagian besar didasarkan pada penerapan pelaksanaan RTH Kota yang disesuaikan dengan fungsinya tersebut, maka pemilihan jenis tanaman yang sesuai pada umumnya dapat diuraikan diantaranya sebagai berikut :

a. Penahan dan Penyaring Partikel Padat di Udara

Tanaman dengan daun berbulu atau permukaan yang kasar, secara mekanistisfungsional sangat baik dalam menyerap polutan debu. Demikian pula jumlah stomata daun yang relatif banyak akan mudah menyerap dan menjerap partikel padat yang melayang-layang di udara bebas.

b. Penyerap dan Penjerap Partikel Timbal

- Tanaman berkemampuan sedang-tinggi menurunkan kandungan timbal di udara adalah Damar (*Agathis Alba*) Mahoni (*Swietenia microphylla* dan *S.macrophylla*), Jamuju (*Podocarpus imbricatus*), Pala (*Myristica fragrans*), Asam Landi (*Pithecelebium dulce*), dan Johar (*Cassia siamea*).
- Yang berkemampuan sedang dan rendah adalah Glodogan (*Polyalthealongifolia*), Keben (*Baringtonia asiatica*), dan Tanjung (*Mimusops elengi*).
- Tanaman yang berkemampuan rendah dan tak tahan terhadap zat pencemar dari kendaraan bermotor, antara lain adalah bunga kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*), dan Kesumba (*Bixa orellana*).

c. Penyerap dan Penjerap Debu Semen

Tanaman yang tahan dan mampu mengendalikan sekaligus sebagai penjerap (adsorpsi) dan penyerap (absorpsi) zat pencemar (debu semen), antara lain adalah Mahoni (*Swietenia macrophylla*), Bisbul (*Diospyros discolor*), Tanjung (*Mimusops elengi*), Kenari (*Canarium commune*), Meranti Merah (*Shorea leprosula*), Kirai Payung (*Filicium decipiens*), Kayu Hitam (*Diospyros celebica*), Duwet/Jamblang (*Eugenia cuminii*), Medang Lilin (*Litsea roxburghii*), dan Sempur (*Dillenia ovata*).

Tanaman yang dapat mereduksi pencemaran udara diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel II.6
Tanaman Yang Dapat Mereduksi Polutan

No.	Jenis Tanaman	Pengurangan	
		Interval	Rata-rata
1	Angsana	0.1568-1.0288	0.5937
2	Asam Kanji	0.0698-1.0393	0.5546
3	Mahoni	0.0686-1.0172	0.5430
4	Salam	0.2830-0.7773	0.5301
5	Cempaka	0.1878-0.8494	0.5186
6	Tanjung	1.1319-0.8744	0.5031
7	Kupu-kupu	0.1932-0.7825	0.4878
8	Kembang merak	0.1481-0.8109	0.4786
9	Pohon Saputangan	0.0661-0.8911	0.3814
10	Kenari	0.1967-0.5661	0.3399
11	Ketapang	0.1560-0.5239	0.3174
12	Anting-anting	0.1776-0.4573	0.3157
13	Huni	0.1346-0.4968	0.2960
14	Kecerutan/ Ki Acret	0.1304-0.4615	0.2815
15	Galinggem	0.0860-0.4771	0.2746
16	Kayu manis	0.1652-0.3840	0.2605
17	Damar	0.0976-0.4235	0.2348
18	Felicium/Ki sabun	0.0726-0.3969	0.2301
19	Bungur	0.0661-0.3942	0.1842
20	Ganitri	0.0798-0.2887	0.1733
21	Glodokan	0.0794-0.2672	0.1078

Sumber : Nasrullah, 2000 dan Pedoman pemilihan tanaman untuk pereduksi pencemaran Udara (Nox, CO, HC, Sox dan Kebisingan) Departemen Pekerjaan Umum, 2012

2.4 Penyediaan Ruang Terbuka Hijau

2.4.1 Penyediaan RTH Publik

➤ Peletakan Tanaman pada jalur hijau jalan

Hal-hal yang perlu dipersyaratkan dan perlu diperhatikan dalam perencanaan lansekap jalan agar memenuhi penyesuaian dan persyaratan geometrik jalan adalah sebagai berikut :

- **Pada Jalur Tanaman Tepi**

Jalur tanaman pada daerah ini sebaiknya diletakan di tepi jalur lalu lintas, yaitu diantara jalur lalu lintas kendaraan dan jalur pejalan kaki (trotoar). Penentuan jenis tanaman yang akan ditanam pada jalur ini harus memenuhi kriteria teknik peletakan tanaman dan disesuaikan dengan lebar jalur tanam.

- **Pada Jalur Tengah (Median)**

Lebar jalur median yang dapat ditanami harus mempunyai lebar minimum 0,80 meter, sedangkan lebar ideal adalah 4-6 meter. Pemilihan jenis tanaman perlu memperhatikan tempat peletakannya terutama pada daerah persimpangan, pada daerah bukaan dan pada tempat diantara persimpangan dan daerah bukaan. Begitu pula untuk median yang ditinggikan atau median yang diturunkan.

- **Pada Daerah Tikungan**

Pada daerah ini ada beberapa persyaratan yang harus diperhatikan dalam hal menempatkan dan memilih jenis tanaman, antara lain jarak pandang henti, panjang tikungan, dan ruang bebas samping ditikungan. Tanaman rendah (perdu atau semak) yang berdaun padat dan berwarna terang dengan ketinggian maksimum 0,80 meter sangat disarankan untuk ditanam pada ujung tikungan.

- **Pada Daerah Persimpangan**

Persyaratan geometrik yang ada kaitannya dengan perencanaan lansekap jalan adalah adanya daerah bebas pandang pengemudi. Pada daerah ini, pemilihan jenis tanaman dan peletakannya harus memperhatikan bentuk persimpangan baik persimpangan sebidang maupun persimpangan tidak sebidang. Selain itu,

pemilihan jenis tanaman ditentukan oleh kondisi iklim habitat dan areal dimana tanaman tersebut akan diletakan dengan memperhatikan ketentuan geometrik jalan dan fungsi tanaman. Menurut bentuknya, terdiri dari tanaman pohon, tanaman perdu semak, dan tanaman penutup permukaan tanah.

Tanaman jalan harus diletakkan pada tempat atau daerah yang sesuai dengan rencana dan tetap memperhatikan aspek fungsi, keselarasan, keharmonisan, keindahan dan keselamatan. Hal-hal utama yang perlu diperhatikan adalah jarak tanaman dengan perkerasan dan jarak antara tanaman di jalur tanam.

a) Jarak tanaman terhadap perkerasan

Peletakan tanaman dengan berbagai fungsi selalu akan berkaitan dengan letaknya di jalur tanaman, hal ini memperlihatkan bahwa kaitan titik tanam dengan tepi perkerasan perlu dipertimbangkan. Jarak titik tanam dengan tepi perkerasan mempertimbangkan pertumbuhan perakaran tanaman agar tidak mengganggu struktur perkerasan jalan.

➤ **Jarak Tanam Antar Pohon**

Menurut (Artianto 2005) berasumsi bahwa untuk menghitung jarak kerapatan tanaman berdasarkan tumbuh kembang tanaman (diameter) serta panjang jalan, ini dapat menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah Tanaman} = \frac{\text{Panjang Jalan}}{\text{Diameter Tanaman}}$$

Menurut Artianto (2005;51) kategori jalur hijau jalan menurut jarak tanamnya, dibagi menjadi 3 kelas yaitu :

- Rindang : dengan jarak tanam $0 - \leq 4$ meter
- Sedang : dengan jarak tanam $4 - \leq 8$ meter
- Gersang : dengan jarak tanam ≥ 8 meter

Penentuan Lokasi Penanaman Lokasi penanaman jalan harus berdasarkan ketentuan teknis yang berlaku berdasarkan peraturan perundang-undangan bidang

jalan. Lokasi penanaman harus berada di dalam area jalur penanaman. Permen PU No. 05/PRT/M/ Tahun 2012.

2.4.2 Penyediaan RTH Privat

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, definisi Ruang Terbuka Hijau Privat adalah Ruang Terbuka Hijau milik institusi tertentu atau perseorangan yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas antara lain berupa kebun atau halaman rumah atau gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan. Dalam hal penyediaan dan pemeliharaannya, RTH Privat atau non publik menjadi tanggung jawab pihak atau lembaga swasta, perseorangan dan masyarakat yang dikendalikan melalui izin pemanfaatan ruang oleh pemerintah kabupaten atau kota.

Dalam Permen PU. No. 5 Tahun 2008 tentang pedoman penyediaan ruang terbuka hijau disebutkan tentang luas RTH minimum yang harus disediakan adalah luas lahan dikurangi luas koefisien dasar bangunan. Pekarangan adalah lahan di luar bangunan, yang berfungsi untuk berbagai aktivitas. Luas pekarangan disesuaikan dengan ketentuan koefisien dasar hijau (KDH) di kawasan perkotaan, seperti tertuang di dalam perda mengenai RTRW di masing-masing kota. Untuk memudahkan di dalam pengklasifikasian pekarangan maka ditentukan kategori pekarangan sebagai: pekarangan rumah besar, pekarangan rumah sedang dan pekarangan rumah kecil. Ketentuan penyediaan ruang terbuka hijau, akan diuraikan sebagai berikut :

1. Pekarangan rumah kecil

- Kategori yang termasuk rumah kecil adalah rumah dengan luas lahan dibawah 200 m².
- Ruang terbuka hijau minimum yang diharuskan adalah luas kavling (m²) sesuai peraturan daerah setempat.

- Jumlah pohon pelindung yang harus disediakan minimum 1 (satu) pohon pelindung ditambah tanaman semak dan perdu, serta penutup tanah dan atau rumput.
2. Pekarangan rumah sedang
- Kategori yang termasuk rumah sedang adalah rumah dengan luas lahan antara 200 m² sampai dengan 500 m².
 - Ruang Terbuka Hijau minimum yang diharuskan adalah luas lahan kavling (m²) dikurangi luas dasar bangunan (m²) sesuai peraturan daerah setempat.
 - Jumlah pohon pelindung yang harus disediakan minimal 2 (dua) pohon pelindung ditambah dengan tanaman semak dan perdu, serta penutup tanah dan atau rumput.
3. Pekarangan rumah besar
- Kategori yang termasuk rumah besar adalah rumah dengan luas lahan diatas 500 m².
 - Ruang terbuka hijau minimum yang diharuskan adalah luas lahan kavling (m²) dikurangi luas dasar bangunan (m²) sesuai peraturan daerah setempat.
 - Jumlah pohon pelindung yang harus disediakan minimal 3 (tiga) pohon pelindung ditambah dengan perdu dan semak, serta penutup tanah dan atau rumput.

Keterbatasan luas halaman dengan jalan lingkungan yang sempit, tidak menutup kemungkinan untuk mewujudkan RTH melalui penanaman dengan menggunakan pot atau media tanam lainnya.