

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tekanan Darah

Tekanan darah adalah kekuatan yang diperlukan agar darah dapat mengalir di dalam pembuluh darah dan beredar mencapai semua jaringan tubuh manusia (Gunawan, 2001). Tekanan darah manusia bukanlah suatu nilai yang konstan, namun lebih merupakan suatu nilai yang berubah-ubah sepanjang hari. Perubahan tersebut umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kegiatan jasmani, aktifitas mental, obat-obatan, makanan dan lingkungan (Siabutar, 1996).

Menurut Stanley dkk (1999), tekanan darah adalah sifat yang kompleks yang ditentukan oleh interaksi berbagai faktor genetik dan lingkungan yang meregulasi hubungan antara curah jantung dan tahanan arterioler total. Tekanan darah mengalami perubahan bersama dengan perubahan-perubahan gerak fisiologis seperti pada saat latihan jasmani, waktu tidur dan sewaktu orangnya tenang, istirahat dan sebaiknya dalam sikap rebahan (Pearce, 2006).

Tekanan darah terdiri dari tekanan darah *sistole* dan tekanan darah *diastole*. Tekanan darah *diastole* berkaitan dengan tekanan dalam arteri bila jantung berada dalam keadaan relaksasi diantara 2 denyutan. Tekanan darah sistolik adalah tekanan darah pada waktu jantung menguncup (*sistole*). Tekanan darah diastolik adalah tekanan darah pada saat jantung mengendor kembali (Gunawan, 2001). Pengaturan tekanan tergantung pada curah jantung dan resistensi perifer total. Kenaikan kecepatan denyut jantung akan berpengaruh langsung pada tekanan darah sistolik, sedangkan tekanan darah diastolik lebih banyak dipengaruhi oleh resisten perifer total (Pearce, 2006).

Menurut Hull (1996), nilai rata-rata *sistole* adalah 100-140 mmHg, sedangkan nilai rata-rata tekanan *diastole* 60-90 mmHg. Pada wanita tekanan darahnya 5-10 mmHg lebih rendah dari pria. Tekanan darah normal sekitar 120/80 mmHg. Bila tekanan darah dibawah normal, dinilai sebagai darah rendah atau *hypotension*. Tekanan darah manusia berfluktasi naik turun dari jam kejam sesuai kebutuhan. Didalam pembuluh darah leher (*carotid artery*) terdapat pusat pengendali tekanan darah (*baroreceptor*) yang mengatur akan menaikkan bila tekanan darah turun dan akan menurunkan bila tekanannya meninggi. Pengaturan ini bekerja secara otomatis.

Berdasarkan *The Seven Report of Joint National Committee on Prevention* (JNC 7) tahun 2003 klasifikasi tekanan pada orang dewasa lebih dari 18 tahun terbagi menjadi normal, prehipertensi, hipertensi derajat 1 dan derajat 2. Ada beberapa klasifikasi lain dari *World Health Organization* (WHO) dan *International Society of Hypertension* (ISH), namun umumnya yang digunakan dari JNC 7 (Yogiantoro, 2006).

Tabel 1. Klasifikasi Tekanan Darah menurut JNC 7 Tahun 2003

Klasifikasi	Tekanan Sistolik (mmHg)	Tekanan Diastolik (mmHg)
Normal	<120	<80
Normal Tinggi/ Pre hipertensi	120-139	80-89
Hipertensi Derajat I	140-159	90-99
Hipertensi Derajat II	≥160	≥100

Tabel 2. Klasifikasi Tekanan Darah menurut WHO Tahun 1999

Klasifikasi	Tekanan Sistolik (mmHg)	Tekanan Diastolik (mmHg)
Optimal	<120	<80
Normal	<130	<85
Normal Tinggi/ Pra hipertensi	130-139	85-89
Hipertensi Derajat I	140-159	90-99
Hipertensi Derajat II	160-179	100-109
Hipertensi Derajat III	≥180	≥110

Menurut Moerdowa (1984), ada beberapa faktor yang mempunyai pengaruh besar terhadap tekanan darah, faktor-faktor tersebut yaitu:

1. Umur

Tekanan darah *sistole* menjadi lebih tinggi apabila umur naik lebih dari 60 tahun. Ini terjadi karena seringnya terdapat perubahan arteri Oskleriotik di pembuluh darah dan arteri menjadi kaku.

2. Jenis Kelamin

Dalam keadaan normal laki-laki mempunyai tekanan darah lebih tinggi dibanding dengan perempuan.

3. Keadaan Mental atau Emosi

Seseorang yang diperiksa tekanan darahnya dengan keadaan emosi tidak stabil, tekanan darahnya cenderung lebih tinggi dibandingkan jika diperiksa dengan keadaan emosi yang lebih tenang.

4. Kegemukan

Orang yang gemuk memiliki tekanan darah yang lebih tinggi karena tebalnya jaringan lemak yang melingkari lengan.

5. Olahraga

Seseorang yang membiasakan diri berolahraga secara teratur mempunyai tekanan darah relatif normal dibanding seseorang yang jarang berolahraga.

6. Kebiasaan

Seseorang yang mempunyai kebiasaan minum kopi, merokok, pecandu alkohol cenderung mempunyai tekanan darah lebih tinggi dibanding mereka yang tidak melakukannya.

7. Keadaan Setelah Bekerja

Keadaan setelah bekerja dapat menyebabkan perubahan tekanan darah, biasanya tekanan darah meningkat, terutama pada pekerja yang mengeluarkan banyak tenaga.

8. Keadaan Lingkungan Sekitar

Lingkungan dimana seseorang berada juga dapat mempengaruhi tekanan darah.

Perbedaan tekanan antara *sistole* dan *diastole* disebut tekanan nadi dan normalnya berkisar antara 30 sampai 50 mmHg. Batas terendah tekanan sistole pada orang dewasa diperkirakan 105 mmHg, dan batas teratas ialah 150 mmHg. Pada wanita tekanan darahnya ialah 5 sampai 10 mmHg lebih rendah dari pada pria (Pearce, 2006).

Tekanan darah tinggi atau hipertensi secara umum didefinisikan sebagai tekanan sistolik lebih dari 140 mmHg dan tekanan diastolik lebih dari 90 mmHg. Gejala yang sering timbul adalah pusing, muka merah, sakit kepala, hidung tiba-tiba keluar darah dan tengkuk terasa pegal. Tekanan darah tinggi yang tidak segera diatasi dapat mengakibatkan serangan jantung, ginjal, perdarahan pada selaput bening mata (retina) dan yang paling ditakutkan adalah terjadinya kelumpuhan (Palmer dkk, 2005).

Tekanan darah normal sekitar 120/80 mmHg. Bila tekanan darah dibawah normal, dinilai sebagai darah rendah atau hipotensi. Namun demikian, beberapa orang mungkin memiliki nilai tekanan darah (tensi) berkisar 110/90 mmHg atau bahkan 100/80 mmHg akan tetapi mereka tidak/belum atau jarang menampakkan beberapa keluhan berarti, sehingga hal itu dirasakan biasa saja dalam aktivitas kesehariannya. Apabila kondisi itu terus berlanjut, didukung dengan beberapa faktor yang memungkinkan memicu menurunnya tekanan

darah yang signifikan seperti keringat dan berkemih banyak namun kurang minum, kurang tidur atau kurang istirahat (lelah dengan aktivitas berlebihan) serta haid dengan perdarahan berlebihan (abnormal) maka tekanan darah akan mencapai ambang rendah (hipotensi) 90/60 mmHg (Nadesul, 2008).

Darah rendah tidak sama dengan kurang darah. Bukan kualitas darahnya rendah, melainkan tekanan jantung memompakan darah yang lebih rendah dari normal. Kita menyebutnya hipotensi lawan dari darah tinggi (hipertensi). Tanda dan gejala tekanan darah rendah seseorang yang mengalami tekanan darah rendah umumnya akan mengeluhkan keadaan sering pusing, sering menguap, penglihatan terkadang dirasakan kurang jelas (kunang-kunang) terutama sehabis duduk lama lalu berjalan, keringat dingin, merasa cepat lelah tak bertenaga, bahkan mengalami pingsan yang berulang. Resiko penderita tekanan darah rendah hampir sama dengan penderita tekanan darah tinggi, misalnya stroke. Namun ada sebagian orang memang mempunyai bakat tekanan darah selalu dibawah 100 mmHg (Harmanto, 2007).

Pengukuran tekanan darah dilakukan sewaktu orang tenang. Sebelum pengukuran tekanan darah, orang sebaiknya beristirahat duduk santai minimal 10 menit. Disamping itu juga tidak boleh merokok atau minum kopi, karena dapat menyebabkan tekanan darah sedikit naik (Gunawan, 2001).

Mengukur tekanan darah menggunakan alat yang disebut sfignomanometer. Lengan atas dibalut dengan selembur kantong karet yang dapat digelembungkan, yang terbungkus dalam sebuah manset dan digandengkan dengan sebuah pompa dan manometer. Dengan memompa maka tekanan dalam kantong karet cepat naik sampai 200 mmHg yang cukup untuk menjepit sama sekali arteri brakhial, sehingga tak ada darah yang lewat, dan denyut nadi pergelangan menghilang. Kemudian tekanan diturunkan

sampai suatu titik dimana denyut dapat dirasakan atau lebih tepat bila menggunakan stetoskop denyut nadi brakhialis pada lekukan siku dengan jelag dapat didengar. Pada titik ini tekanan yang tampak pada kolom air raksa dalam manometer dianggap tekanan *sistole*. Kemudian tekanan diatas arteri brakhialis perlahan-lahan dikurangi sampai binyi jantung atau pukulan denyut arteri dengan jelas dapat didengar atau dirasakan. Dan titik dimana bunyi mulai menghilang umumnya dianggap tekanan *diastole* (Pearce, 2006).

Pencegahan dan penanggulangan yang dapat dilakukan agar tekanan darah tetap normal diantaranya (Maryana, 2009):

1. Skrining adalah langkah pertama dengan mengecek tekanan darah secara teratur.
2. Mengontrol berat badan, hindari lemak tubuh yang berlebih.
3. Melakukan aktifitas fisik seperti olah raga secara teratur.
4. Melakukan diet seimbang, dengan makan makanan bergizi dan memperbanyak konsumsi sayur-sayuran buah serta mengurangi konsumsi garam.
5. Membatasi kebiasaan yang tidak baik seperti mengkonsumsi alkohol dan merokok.
6. Mengendalikan emosi serta mencoba bersikap tenang dalam menghadapi setiap masalah, gunakan waktu untuk relaksasi.
7. Minumlah vitamin secara rutin, 2x sehari, misalnya vitamin C. Vitamin akan membantu memperkuat daya tahan tubuh sehingga tidak mudah sakit.
8. Minumlah air putih dalam jumlah yang cukup, sekitar 8-10 gelas per hari.
9. Jangan lupa sarapan pagi sebelum melakukan aktivitas.
10. Istirahat yang cukup, hindari tidur hingga larut malam.

B. Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)

Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) merupakan prasarana umum yang disediakan oleh PT. Pertamina untuk masyarakat luas guna memenuhi kebutuhan bahan bakar. Pada umumnya SPBU menjual bahan bakar sejenis premium, solar, pertamax dan pertamax plus serta gas LPG.

Pertambahan jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya, juga akan berpengaruh terhadap bertambahnya SPBU sebagai sarana atau tempat untuk pengisian bahan bakar. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan bahan bakar untuk transportasi tersebut, maka fungsi operator SPBU mempunyai peranan yang sangat vital. Pekerjaan tersebut tentunya berisiko cukup besar terpapar bahan polutan udara dari emisi kendaraan yang dilayani.

Keracunan akibat pencemaran udara sering timbul akhir-akhir ini. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Operator SPBU yang bekerja selama 7-8 jam setiap harinya, maka polutan udara akan terakumulasi dalam tubuh karena masih banyak juga operator SPBU yang tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker saat bekerja. Pada jam-jam sibuk sering terjadi antrian panjang saat pengisian bahan bakar khususnya pada bagian pengisian bahan bakar bensin premium yang banyak digunakan kendaraan bermotor roda 2 pada umumnya. Saat pengisian bahan bakar, mesin kendaraan dimatikan. Namun, sebelum pengisian bahan bakar kendaraan saat menunggu antrian dan sesudahnya mesin kendaraan dinyalakan.

Banyak SPBU yang juga menyediakan layanan tambahan. Misalnya, Mushola, pompa angin, toilet dan lain sebagainya. Stasiun Pengisian Bahan

Bakar (SPBU) modern, biasanya dilengkapi pula dengan minimarket dan ATM. Bahkan, ada beberapa SPBU, terutama di jalan tol atau jalan antar kota, memiliki kedai kopi atau restoran *fast food* dalam berbagai merek. Sehingga SPBU sering dijadikan sebagai tempat istirahat.

Lamanya aktifitas yang digunakan untuk bekerja saat melayani pengunjung sangat berkaitan dengan jumlah kendaraan yang lalu-lalang untuk mengisi bahan bakar, menumpang ke kamar mandi/ WC, beribadah di Mushola ataupun mengisi angin ban kendaraan yang merupakan fasilitas SPBU tersebut. Dibeberapa SPBU juga melayani pembelian gas LPG. Asap yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor ini dapat mengganggu kesehatan operator di SPBU.

Keadaan lingkungan sekitar dimana seseorang berada juga dapat mempengaruhi tekanan darah. Adanya polusi udara, polusi suara, dan air lunak semuanya telah diindikasikan sebagai faktor penyebab tekanan darah tinggi. Melindungi masyarakat dari polusi udara, polusi suara dan air lunak dapat mempengaruhi kesehatan, khususnya pada hipertensi (WHO, 2001).

Bahan yang mempengaruhi pernapasan dan susunan saraf mempunyai efek tidak langsung kepada sistem kardiovaskuler dengan bertambah cepatnya dan naiknya tekanan darah. Zat toksik seperti arsen, CO, timah hitam, air raksa bekerja pada saluran darah kapiler. Zat-zat mempunyai efek kepada hati, ginjal, paru dan lain-lain akan berpengaruh pula secara tidak langsung kepada sistem kardiovaskular (Suma'mur, 2009).

Menurut Mukono (2005), gejala-gejala keracunan CO antara lain pusing, rasa tidak enak pada mata, telinga berdengung, mual, muntah, detak jantung meningkat, rasa tertekan didada, kesukaran bernapas, kelemahan

otot-otot, tidak sadar dan bisa meninggal. Keluhan-keluhan serupa juga sering dirasakan oleh para operator SPBU. Polutan udara akan terakumulasi dalam tubuh dan menimbulkan gangguan kesehatan. Semakin lama masa kerja maka semakin lama pula paparannya. Semakin lama paparan maka timbunan didalam tubuh juga akan semakin banyak. Hal itu akan mengakibatkan risiko keracunan CO menjadi semakin besar.

C. Faktor Risiko Tenaga Kerja yang Berhubungan dengan Tekanan Darah

1. Masa Kerja

Menurut kamus besar bahasa Indonesia (2007), masa kerja adalah jangka waktu seseorang sudah bekerja pada suatu kantor, badan dan sebagainya. Pengalaman kerja didefinisikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang pernah dialami oleh seseorang ketika mencari nafkah untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Siagian (2008) menyatakan bahwa, masa kerja menunjukkan berapa lama seseorang bekerja pada masing-masing pekerjaan atau jabatan. Masa kerja sangat berpengaruh terhadap berat ringannya dampak pencemar yang bersifat akumulatif.

2. Umur

Umur adalah lamanya orang hidup yang dihitung sejak orang tersebut lahir sampai pada waktu dilakukan penelitian ini. Dengan umur yang meningkat akan diikuti proses degenerasi dari organ, sehingga kemampuan seseorang akan menurun (Guyton, 1991). Bertambahnya umur merupakan risiko peningkatan tekanan darah. Meskipun peningkatan tekanan darah dapat terjadi pada segala usia, namun paling sering dijumpai pada orang berusia 35 orang atau lebih. Sebenarnya wajar apabila tekanan darah meningkat dengan

bertambahnya umur. Hal ini disebabkan oleh perubahan alami pada jantung, pembuluh darah dan hormon (Gunawan, 2001).

3. Jenis Kelamin

Jenis kelamin adalah sebutan yang membedakan antara laki-laki dan perempuan. Dalam keadaan normal laki-laki mempunyai tekanan darah lebih tinggi dibanding dengan perempuan. Namun lebih banyak perempuan yang menderita hipertensi dibanding pria, hal ini disebabkan karena terdapatnya hormon esterogen pada perempuan (Beavers, 2008).

4. Berat Badan

Menurut Hull (1996), dalam penelitiannya menunjukkan adanya hubungan antara berat badan dan hipertensi, bila berat badan meningkat diatas berat badan ideal maka risiko hipertensi juga meningkat. Hal ini sebagian disebabkan karena tubuh orang yang memiliki berat badan berlebih harus bekerja lebih keras untuk membakar kelebihan kalori yang mereka konsumsi. Sebagian lainnya karena mereka cenderung mengonsumsi garam lebih banyak, dan mungkin karena orang yang gemuk cenderung resisten terhadap hormon insulin yang mengatur tingkat glukosa dalam darah (Beavers, 2008).

5. Kebiasaan Makan

Makanan yang diawetkan dan garam dapur serta bumbu penyedap dalam jumlah tinggi, misalnya *monosodium glutamat* (MSG), dapat menaikkan tekanan darah karena mengandung natrium dalam jumlah yang berlebih. Perubahan pola makan menjurus ke sajian siap santap

yang mengandung lemak, protein, dan garam tinggi tapi rendah serat pangan (*dietary fiber*), membawa konsekuensi terhadap berkembangnya penyakit degeneratif (jantung, diabetes mellitus, aneka kanker, osteoporosis, dan hipertensi (Astawan, 2003).

6. Kebiasaan Merokok

Risiko merokok terbesar tergantung pada jumlah rokok yang dihisap perhari. Tekanan darah akan tetap pada ketinggian ini sampai 30 menit setelah berhenti mengisap rokok. Sementara efek nikotin perlahan-lahan menghilang, tekanan darah juga akan menurun dengan perlahan. Namun pada perokok berat tekanan darah akan berada pada level tinggi sepanjang hari (Beavers, 2008).

7. Kebiasaan Minum Alkohol

Orang-orang yang minum alkohol terlalu sering atau yang terlalu banyak memiliki tekanan yang lebih tinggi dari pada individu yang tidak minum atau minum sedikit (Hull, 1996). Alkohol memiliki pengaruh terhadap tekanan darah dan secara keseluruhan semakin banyak alkohol yang diminum semakin tinggi tekanan darah meskipun belum dimengerti penyebabnya (Beavers, 2008).

8. Keadaan Mental atau Emosi

Seseorang yang diperiksa tekanan darahnya dengan keadaan emosi tidak stabil, tekanan darahnya cenderung lebih tinggi dibandingkan jika diperiksa dengan keadaan emosi yang lebih tenang. Menurut Beavers (2008), stres dapat meningkatkan tekanan darah dalam waktu yang pendek, tetapi kemungkinan bukan penyebab meningkatnya tekanan darah dalam waktu yang panjang.

9. Keadaan Lingkungan Sekitar

Keadaan lingkungan sekitar dimana seseorang berada juga dapat mempengaruhi tekanan darah. Adanya polusi udara, polusi suara, dan air lunak semuanya telah diindikasikan sebagai faktor penyebab tekanan darah tinggi. Melindungi masyarakat dari polusi udara, polusi suara dan air lunak dapat mempengaruhi kesehatan, khususnya pada hipertensi (WHO, 2001). Pencegahan yang dapat dilakukan misalnya adalah dengan digunakannya Alat Pelindung Diri (APD).

D. Karbon Monoksida (CO)

Kendaraan bermotor merupakan sumber polutan karbon monoksida (CO) yang utama, maka daerah-daerah yang berpenduduk padat dengan lalu-lintas ramai memperlihatkan tingkat polusi CO yang tinggi. Selain gas CO, gas-gas yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor antara lain berupa gas NO, NO₂, SO₂ dan senyawa hidrokarbon termasuk timbal (Pb). Hidrokarbon yang terhalogenkan (setelah diberi *ethyl fluid*) menyebabkan timbal (Pb) akan diubah menjadi timbal dibromida yang relatif mudah menguap sehingga mudah keluar dari silinder mesin mobil melalui knalpot (Wardhana, 2004).

Gas karbon monoksida dengan rumus kimia CO merupakan suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan juga tidak terasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu dibawah -192°C. Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan fosil dengan udara, berupa gas buangan. Di kota besar yang padat lalu lintasnya akan banyak menghasilkan gas CO sehingga kadar CO dalam udara relatif tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan. Selain itu dari gas CO dapat pula terbentuk dari proses industri.

Secara alamiah gas CO juga dapat terbentuk, walaupun jumlahnya relatif sedikit, seperti gas hasil kegiatan gunung berapi, proses biologi dan lain-lain (Wardhana, 2004).

Menurut Soedomo (2001), karbon monoksida terjadi dari pembakaran yang tidak sempurna pada sumber-sumber pembakaran kendaraan bermotor terutama yang menggunakan bahan bakar bensin. Karbon monoksida (CO) yang meningkat diberbagai perkotaan dapat mengakibatkan turunnya berat badan bayi dan meningkatkan kematian bayi serta kerusakan otak.

Gas CO tidak berwarna atau berbau, tetapi amat berbahaya. Kadar 10ppm CO dalam udara dapat menyebabkan manusia sakit. Dalam waktu setengah jam 1300 ppm dapat menyebabkan kematian. Menghisap gas yang keluar dari knalpot mobil diruang garasi tertutup telah banyak menyebabkan kematian. Setiap lima liter bensin dapat menghasilkan 1-1,5kg CO (Sastrawijaya, 2000).

Secara umum terbentuknya gas CO adalah melalui proses berikut ini (Wardhana, 2004) :

1. Pembakaran bahan bakar fosil dengan udara yang reaksinya tidak stokhiometris adalah pada harga $ER > 1$.
2. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara karbondioksida (CO_2) dengan karbon CO yang menghasilkan gas CO.
3. Pada suhu tinggi, CO_2 dapat terurai kembali menjadi CO dan oksigen.

Berbagai gas geofisika dan biolosis diketahui dapat memproduksi CO. Proses tersebut misalnya aktivitas vulkanik, emisi gas alami, pancaran listrik dari kilat, germinasi dan pertumbuhan benih, dan sumber lainnya.

Tetapi kontribusi CO ke atmosfer yang disebabkan oleh proses-proses tersebut relatif kecil. Pembebasan CO ke atmosfer sebagian besar akibat aktifitas manusia misalnya proses transportasi dan industri. Dua industri yang merupakan sumber CO terbesar yaitu industri besi dan baja (Fardiaz, 2006).

Tabel 3. Sumber Pencemaran Gas CO

No	Sumber Pencemaran	% Bagian	% Total
1.	Transportasi		63,8
	-mobil bensin	59,0	
	-mobil diesel	0,2	
	-pesawat terbang	2,4	
	-kereta api	0,1	
	-kapal laut	0,3	
	-sepeda motor dll	1,8	
2.	Pembakaran starsioner		1,9
	-batu bara	0,8	
	-minyak	0,1	
	-gas alam (dapat diabaikan)	0,0	
	-kayu	1,0	
3.	Proses Industri		9,6
	Pembuangan limbah padat		7,8
	Lain-lain sumber		16,9
	-kebakaran hutan	7,2	
	-pembakaran batubara sisa	1,2	
	-pembakaran limbah pertanian	8,3	
	-pembakaran lain-lainnya	0,2	
	Total	100,0	100,0

Kecepatan reaksi yang mengubah CO menjadi CO₂ yang terjadi pada atmosfer bawah hanya dapat menghilang sekitar 0,1% yang ada per jam dengan adanya matahari. Berdasarkan kecepatan ini, CO diatmosfer diperkirakan mempunyai umur rata-rata 3,5 bulan (Fardiaz, 2006). Konsentrasi CO diudara per waktu dalam satu hari dipengaruhi oleh kesibukan atau aktifitas kendaraan bermotor yang ada. Semakin ramai kendaraan bermotor yang ada, semakin tinggi tingkat polusi CO diudara.

Menurut Fardiaz (2006), beberapa penelitian menunjukkan bahwa

ppm tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tanaman-tanaman tingkat tinggi. Akan tetapi kemampuan untuk fiksasi nitrogen oleh bakteri bebas akan terhambat dengan pemberian CO selama 30 jam pada konsentrasi 2000 ppm.

Kontak dengan CO pada konsentrasi yang relatif rendah (100 ppm atau kurang) dapat mengganggu kesehatan. Konsentrasi COHb di dalam darah dipengaruhi secara langsung oleh konsentrasi CO di udara yang terhisap. Pada konsentrasi CO tertentu di udara konsentrasi COHb dalam darah akan mencapai konsentrasi ekuilibrium setelah beberapa waktu tertentu. Secara normal darah mengandung COHb dalam jumlah 0,5% (Fardiaz, 2006).

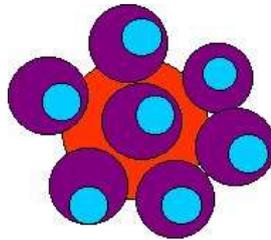
$$\%COHb \text{ dalam darah} = 0,16 \times A + 0,5$$

Keterangan :

A : konsentrasi CO diudara dalam ppm

0,5 : persentase normal COHb di dalam darah

Pengaruh CO terhadap tubuh terutama disebabkan oleh reaksi CO dengan hemoglobin (Hb) dalam darah. Hemoglobin secara normal berfungsi membawa oksigen (O_2) dalam bentuk oksihemoglobin (O_2Hb) dan darah membawa CO_2 dalam bentuk karbondioksihemoglobin (CO_2Hb) dari sel-sel tubuh ke paru-paru, akan lebih tertarik kepada CO membentuk karboksihemoglobin (COHb). Jika reaksi ini terjadi maka kemampuan darah untuk mentranspor oksigen akan berkurang (Fardiaz, 2006).



Gambar 1. Hemoglobin Mengikat CO

Menurut Soedomo (2001), jaringan yang paling mudah mengalami kerusakan oleh gas CO adalah otak dan miokardium karena kedua jaringan ini mengkonsumsi oksigen paling banyak. Kelainan serebral atau miokardial yang sudah ada sebelumnya merupakan faktor predisposisi terjadinya akibat-akibat merugikan pada kadar yang tidak menimbulkan gangguan pada orang normal. Gejala sisa lanjut mencakup demielinasi yang fatal, disfungsi serebral permanen, neuropati perifer dan berbagai akibat terhadap sistem hantaran jantung.

Gas CO juga memegang peranan penting sebagai penyebab *aterosklerosis*. Timbunan kolesterol dalam aorta pada kelinci semakin dipercepat oleh anoksia akibat menurunnya tekanan parsial O₂ atau akibat sedikit meningkatnya gas CO dalam atmosfer. Anoksia akan meningkatkan permeabilitas dinding arteri terhadap protein serum kalau diukur dengan protein berlabel isotop. Paparan kronis terhadap gas CO kadar rendah dapat menimbulkan akibat yang bermakna pada pembuluh pembuluh arteri lewat keadaan hipoksia derajat ringan. Pasien yang sudah menderita penyakit koroner dengan angina pectoris mempunyai batas keamanan yang kecil sehingga peningkatan kadar COHb dapat mencetuskan serangan nyeri iskemik (Wichaksana dkk, 2002).

Tabel 4. Konsentrasi Ekuilibrium CO Udara dan COHb

Konsentrasi CO di udara (ppm)	Konsentrasi ekuilibrium COHb di dalam darah (%)
10	2,1
20	3,7
30	5,3
50	8,5
70	11,7

Sumber : Fardiaz, 2006

Berdasarkan pengaruhnya terhadap gangguan kesehatan, CO termasuk dalam golongan Asfiksia yaitu menyebabkan berkurangnya kemampuan tubuh dalam menangkap oksigen atau kadar O_2 menjadi berkurang (Slamet, 2007). Gas CO masuk ke paru-paru inhalasi, mengalir ke alveoli, terus masuk ke aliran darah. Gas CO dengan segera mengikat hemoglobin di tempat yang sama dengan tempat oksigen mengikat hemoglobin, untuk membentuk karboksihemoglobin (COHb). Ikatan COHb bersifat dapat pulih/*reversible* (Wichaksana dkk, 2002).

Menurut Wichaksana dkk (2002), mekanisme kerja gas CO di dalam darah :

1. Segera bersaing dengan oksigen untuk mengikat hemoglobin. Kekuatan ikatannya 200-300 kali lebih kuat dibandingkan oksigen. Akibatnya, oksigen terdesak dan lepas dari hemoglobin sehingga pasokan oksigen oleh darah ke jaringan tubuh berkurang, timbul hipoksia jaringan.
2. COHb mencampuri interaksi protein heme, menyebabkan kurva penguraian HbO_2 bergeser kekiri (*Haldane effect*). Akibatnya terjadi pengurangan pelepasan oksigen dari darah ke jaringan tubuh.

Tabel 5. Efek Paparan Gas CO

No.	Konsentrasi rata-rata 8 jam (ppm)	Konsentrasi COHb di dalam darah (%)	Gejala
1.	25-50	2,5-5	Tidak ada gejala
2.	50-100	5-10	Aliran darah meningkat sakit kepala ringan
3.	100-250	10-20	Tegang daerah dahi, sakit kepala, penglihatan agak terganggu
4.	250-450	20-30	Sakit kepala sedang, berdenyut-denyut, dahi (<i>throbbing temple</i>), wajah merah dan mual
5.	450-650	30-40	Sakit kepala berat, vertigo, mual, muntah, lemas, mudah terganggu pingsan pada saat bekerja
6.	650-1000	40-50	Seperti di atas, lebih berat, mudah pingsan dan jatuh
7.	1000-1500	50-60	Koma, hipotensi, kadang disertai kejang, pernafasan <i>Cheyne- Stokes</i>
8.	1500-2500	60-70	Koma dengan kejang, penekanan pernafasan dan fungsi jantung, mungkin terjadi kematian
9.	2500-4000	70-80	Denyut nadi lemah, pernafasan lambat, gagal hemodinamik, kematian

Sumber : Wichaksana dkk, 2002

Proses terpenting dari keracunan gas CO terhadap sel adalah rusaknya metabolisme rantai pernafasan mitokondria (menghambat kompleks enzim sitokrom oksidase sehingga oksidasi mitokondria untuk menghasilkan Adenosine Tri Posfat (ATP) berkurang. Ekskresi gas CO terutama melalui respirasi, dimetabolisme menjadi karbon dioksida (CO₂) tidak lebih dari 1% (Wichaksana, 2002).

Bahan yang mempengaruhi pernapasan dan susunan saraf mempunyai efek tidak langsung kepada sistem kardiovaskuler dengan

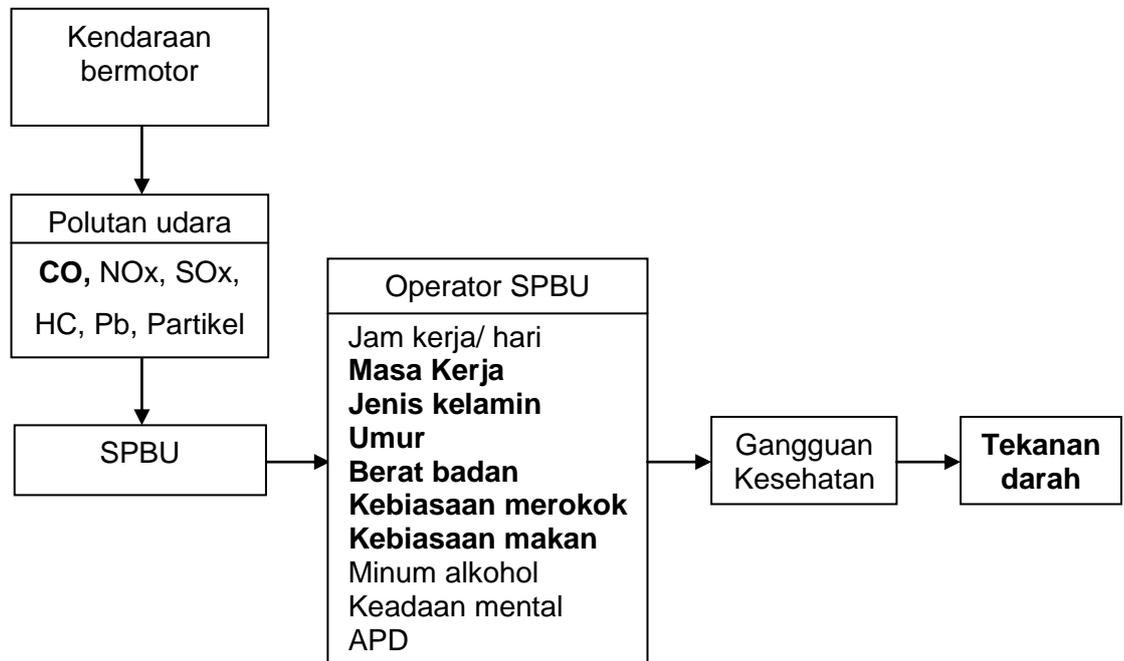
bertambah cepatnya dan naiknya tekanan darah. Zat toksik seperti arsen, CO, timah hitam, air raksa bekerja pada saluran darah kapiler. Zat-zat mempunyai efek kepada hati, ginjal, paru dan lain-lain akan berpengaruh pula secara tidak langsung kepada sistem kardiovaskular (Suma'mur, 2009).

Berdasarkan keputusan Gubernur DIY No.153 tahun 2002 tentang baku mutu udara ambien di Propinsi DIY, baku mutu udara ambien daerah adalah ukuran batas atau kadar zat, dan/ atau unsur pencemar yang ditengang keberadaannya dalam kurun waktu tertentu di Propinsi DIY. Dalam keputusan ini Gubernur DIY menetapkan baku mutu udara ambien CO sebesar 35 ppm CO sebesar 35 ppm ($30.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) untuk pengukuran selama 1 jam. Baku mutu udara ambien mengatur batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat diudara namun tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan dan atau benda (Mulia, 2005).

Cara-cara yang dapat dilakukan untuk mengontrol emisi CO dari kendaraan bermotor diantaranya (Fardiaz, 2006) :

1. Modifikasi mesin pembakar untuk mengurangi jumlah polutan yang terbentuk selama pembakaran.
2. Pengembangan reaktor sistem ekshaust sehingga proses pembakaran berlangsung sempurna dan polutan yang berbahaya diubah menjadi polutan yang lebih aman.
3. Pengembangan substansi bahan bakar untuk bensin sehingga menghasilkan polutan dengan konsentrasi rendah selama pembakaran.
4. Pengembangan sumber tenaga yang rendah polusi untuk menggantikan mesin pembakaran yang ada.

E. Kerangka Konsep



Keterangan :

Ditebalkan = diteliti

Gambar 2. Kerangka Konsep

F. Hipotesis

1. Ada hubungan kadar Karbon Monoksida (CO) udara dengan tekanan darah sistolik dan diastolik operator SPBU di Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.
2. Ada hubungan jenis kelamin dengan tekanan darah sistolik dan diastolik operator SPBU di Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.
3. Ada hubungan umur dengan tekanan darah sistolik dan diastolik operator SPBU di Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.
4. Ada hubungan masa kerja dengan tekanan darah sistolik dan diastolik operator SPBU di Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.

5. Ada hubungan berat badan dengan tekanan darah sistolik dan diastolik operator SPBU di Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.
6. Ada hubungan kebiasaan merokok dengan tekanan darah sistolik dan diastolik operator SPBU di Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.
7. Ada hubungan kebiasaan makan dengan tekanan darah sistolik dan diastolik operator SPBU di Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.