

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Organ pendengaran

a. Anatomi dan fisiologi organ pendengaran

Telinga adalah organ sensori yang peka terhadap rangsangan gelombang suara dan berfungsi menjaga keseimbangan tubuh. Secara anatomi telinga dibagi menjadi tiga bagian yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

1) Telinga luar

Telinga luar terdiri atas aurikula, kanalis, dan membrana timpani. Daun telinga dibentuk oleh tulang rawan elastis, otot serta ditutupi oleh kulit dan berfungsi untuk mengumpulkan getaran suara. Kanal telinga berbentuk corong dengan panjang 2,5 cm akan menghantarkan getaran suara menuju membran timpani yang selanjutnya akan dihantarkan ke telinga tengah (Boies *et al.*, 1997).

2) Telinga tengah

Terdiri dari tuba Eustachia dan tiga tulang pendengaran yakni tulang *malleus*, *stapes*, dan *incus*. Getaran dari membrana timpani akan menggetarkan tulang

pendengaran. Suara yang masuk akan mengalami pemantulan sebanyak 99.9% dan hanya 0,1% suara yang akan diteruskan (Boies *et al.*, 1997).

3) Telinga dalam

Telinga dalam terdiri atas *cochlea* (rumah siput) dan *oval window*. Terletak di belakang tulang tengkorak. *Cochlea* berbentuk seperti rumah siput dengan isi cairan elektrolit. Pergerakan dari tulang pendengaran akan menggetarkan cairan di dalam *cochlea*. Cairan di dalam *cochlea* akan menggerakkan sel-sel rambut halus sehingga akan terjadi perubahan getaran suara menjadi potensial listrik. Impuls listrik dari *cochlea* ini akan dihantarkan menuju syaraf pendengaran (Boies *et al.*, 1997).

b. Mekanisme pendengaran

Pendengaran adalah satu dari lima fungsi sensori dan penting untuk komunikasi. Fungsi dari telinga adalah mengubah getaran fisika berupa suara menjadi sebuah impuls syaraf menuju otak (WHO, 2015). Proses mendengar diawali dengan adanya getaran yang ditangkap oleh telinga luar, menggetarkan membran timpani dan kemudian diteruskan ke telinga tengah yang terdiri dari tulang pendengaran. Getaran suara akan diteruskan ke

telinga dalam. Proses ini menyebabkan terjadinya defleksi stereosilia sel rambut, sehingga kanal ion terbuka dan terjadi pelepasan neurotransmitter ke dalam sinaps yang akan menimbulkan potensial aksi pada saraf auditorius. Impuls kemudian dilanjutkan ke nucleus auditorius dan korteks pendengaran (Boies *et al.*, 1997).

2. Bunyi

a. Definisi bunyi

Bunyi didefinisikan sebagai variasi tekanan yang merambat melalui udara dapat diterima oleh telinga karena getaran pada media elastic (Suma'mur, 2011). Bunyi atau suara mempunyai karakteristik antara lain:

1) Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya getaran setiap detiknya yang diukur dalam satuan *cycle per second* (cps) atau hertz. Dibagi menjadi infrasonic (< 16 Hz), sonic (16-20.000 Hz), dan ultrasonic (> 20.000 Hz). Frekuensi yang dapat didengar oleh manusia adalah *sonic*, yakni 16-20.000 Hz (Babba, 2007).

2) Amplitudo

Amplitudo adalah simpangan terjauh dari gelombang bunyi. Semakin besar amplitudo sebuah bunyi, maka semakin kuat gelombang bunyi tersebut

menabrak dinding telinga dan suara yang terdengar semakin kuat (Wardhana, 2001).

3) Panjang gelombang

4) Kualitas suara

Kualitas bunyi/suara tergantung pada frekuensi bunyi dan intensitas bunyi frekuensi adalah banyaknya getaran setiap detiknya, sedangkan intensitas adalah perbandingan tegangan suara yang datang dengan tegangan suara standar dalam satuan desibel (dB) (Wardhana, 2001).

3. Bising

a. Definisi bising

Menurut peraturan menteri lingkungan hidup nomor Kep.MenLH No. 48 1996, Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sementara keputusan menteri tenaga kerja nomor Kep.MenNaker. No. 51 Tahun 1999, mengungkapkan bahwa kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat- alat proses gangguan pendengaran.

Tabel 2.1 Nilai Baku Tingkat Kebisingan Lingkungan (Himpunan Peraturan di Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan)

Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan J	Tingkat Kebisingan db (A)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan pemukiman	55
2. Perdagangan dan jasa	60
3. Perkantoran dan perdagangan	75
4. Ruang terbuka hijau	50
5. Industri ⁱ	70
6. Pemerintah dan fasilitas umum	60
7. Rekreasi ^s	70
8. Khusus	
a. Bandar udara*	
b. Stasiun kereta api*	
c. ^b Pelabuhan laut	70
d. ⁱ Cagar budaya	60
b. Lingkungan kegiatan	
1. Rumah Sakit	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah	55

Berdasarkan sifat dan spektrumnya, bising dapat dikelompokkan menjadi:

- 1) Bising yang kontinyu dengan frekuensi berspektrum luas, misal: kompresor, kipas angin, dapur pijar.
- 2) Bising kontinyu dengan spektrum yang berfrekuensi sempit, yaitu: suara gergaji sirkuler, katup gas.
- 3) Bising terputus-putus misal, suara lalu lintas, suara pesawat yang tinggal landas.
- 4) Bising impulsif (*impact or impulsive noise*) seperti pukulan martil, tembakan senapan, ledakan meriam, dan lain-lain.

5) Bising impulsif berulang, sama dengan bising *impulsif*, hanya saja disini terjadi secara berulang-ulang, contohnya: mesin tempa (Buchari, 2007)

Jenis kebisingan dibedakan berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia menjadi:

- 1) *Irritating noise* (bising yang mengganggu) adalah bising yang mempunyai intensitas tidak terlalu keras, misal mendengkur.
- 2) *Masking noise* (bising yang menutupi) adalah bising yang menutupi pendengaran dengan jelas. Secara tidak langsung akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, karena teriakan atau isyarat tanda bahaya dalam bising dari sumber lain menjadi tidak terdengar.
- 3) *Damaging/ injurious noise* (bising yang merusak) adalah bunyi yang intensitasnya melampaui nilai ambang batas. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran (Soeripto, 2008)

b. Sumber bising

Sumber bising pada pemukiman sering terjadi karena lokasi pemukiman desainnya tidak tepat maupun tidak terdapat alat peredam. Berdasarkan Peraturan Menteri

Negara Lingkungan Hidup no. 46 tahun 1996, macam bising di pemukiman dapat diklasifikasikan sebagai berikut

- 1) Bising pemukiman yang disebabkan lokasi yang berdekatan industry
- 2) Bising pemukiman yang disebabkan oleh jalan raya
- 3) Bising pemukiman yang disebabkan oleh fasilitas umum terminal, stasiun, bandara, pelabuhan, dan sekolah
- 4) Bising pemukiman yang disebabkan oleh kawasan perkantoran dan perdagangan

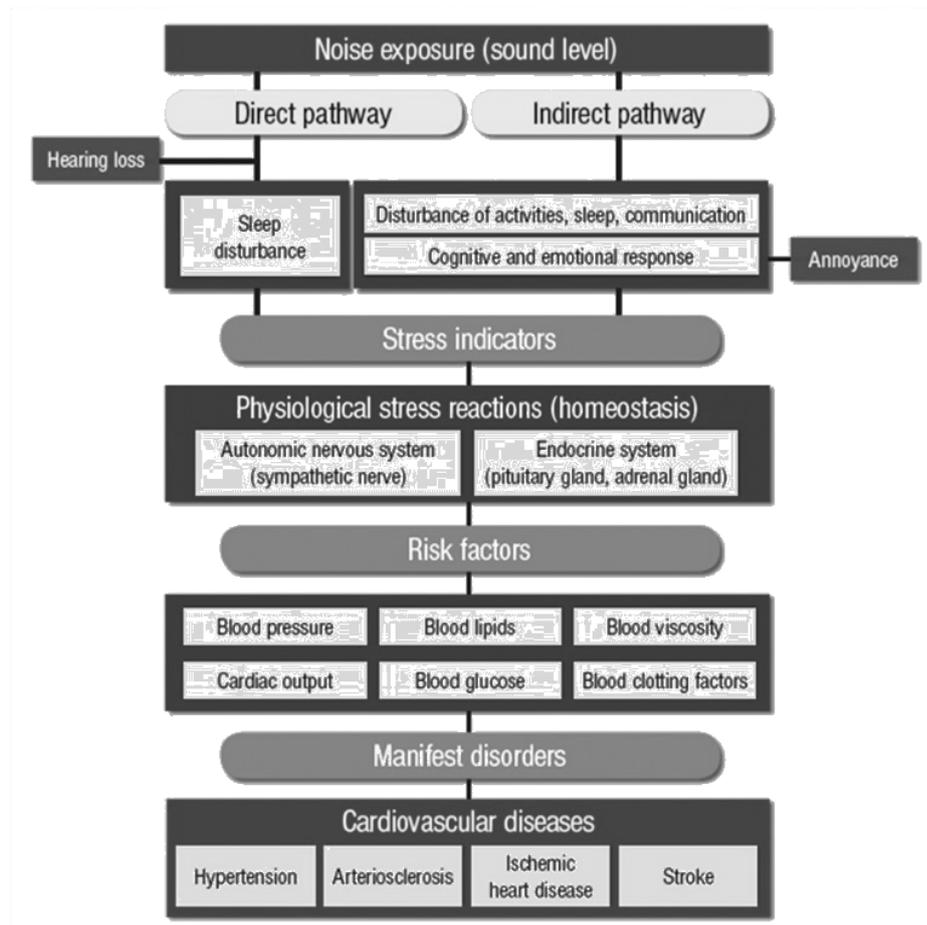
c. Pengaruh bising

Efek bising terhadap kesehatan dapat mempengaruhi fungsi *auditory* maupun *non-auditory*. Efek yang mempengaruhi pendengaran adalah *noise-induce hearing loss* yang dapat disebabkan karena paparan terhadap intensitas tinggi di atas 75-85 dB maupun dalam waktu yang lama. Hilangnya pendengaran disebabkan karena hilangnya sel rambut di *cochlea* sedangkan sel rambut sendiri tidak dapat beregenerasi (Basner *et al.*, 2014).

Efek pada *non-auditory* adalah adanya perubahan dari fungsi beberapa organ dan sistem. Studi observasional dan eksperimental menunjukkan bahwa paparan bising dapat menimbulkan perasaan terganggu, gangguan tidur,

berpengaruh kepada pasien maupun performa staff di rumah sakit, menaikkan angka hipertensi dan penyakit kardiovaskular dan fungsi kognitif siswa sekolah (Munzel *et al.*, 2014).

Paparan akut dari bising dapat meningkatkan tekanan darah, denyut jantung dan *cardiac output*. Perubahan ini terjadi karena releasenya stres hormon seperti katekolamin yang akan memacu aktivasi dari dua neurohormonal sistem yang akan menghadapi *stressor*. Aktivasi meliputi aktivasi dari respon simpatik maupun releasenya kortikosteroid. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dampak dari paparan bising terhadap kesehatan. Faktor tersebut antara lain lokasi ruangan dan kualitas dari pajanan bising, kebiasaan tidur dengan jendela terbuka atau tertutup, serta beberapa faktor resiko lain (Munzel *et al.*, 2014)



Gambar 2.1 Pengaruh bising terhadap sistem kardiovaskular (Basner *et al.*, 2014)

d. Pengukuran bising

Pengukuran dapat didasari pada “tingkat daya bunyi” atau “tingkat tekanan bunyi”. Tingkat daya bunyi adalah total daya bunyi yang dipancarkan dari suatu benda dan digunakan dalam pengukuran kebisingan komunitas, sedangkan tingkat tekanan bunyi adalah tingkat kebisingan pada titik pengukuran dan merupakan pengukuran tingkat kebisingan yang lebih umum (Ridley, 2006).

Menurut WHO, nilai ambang batas (NAB) intensitas bising adalah 85 dB dan waktu bekerja maksimum adalah 8 jam perhari. Intensitas bising di lingkungan kerja dapat diukur dengan *sound level meter*. Alat ini mengukur kebisingan diantara 40-139 dB dan dari frekuensi 20-20.000 Hz (Tarwaka, 2004). Sedangkan satuannya menggunakan desibel dengan skala A atau disingkat dBA karena skala tersebut yang paling sesuai dengan fungsi pendengaran manusia dalam hal kepekaannya terhadap suara pada berbagai frekuensi (Soeripto, 2008).

Cara kerja alat tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Memasang baterai pada tempatnya.
- 2) Menekan tombol power.
- 3) Mengecek garis tanda pada monitor untuk mengetahui baterai dalam keadaan baik atau tidak.
- 4) Melakukan kalibrasi alat dengan kalibrator sehingga angka pada monitor sesuai dengan angka kalibrator.
- 5) Memilih selektor pada posisi:
 - fast*: untuk kebisingan kontinu.
 - slow*: untuk kebisingan impulsif atau terputus-putus.
- 6) Memilih *selector range* intensitas kebisingan.

- 7) Menentukan lokasi pengukuran, arahkan *microphone* pada sumber kebisingan.
- 8) Tinggi alat ukur dari lantai adalah setinggi telinga. Hasil pengukuran adalah angka yang ditunjukkan pada monitor (angka stabil).
- 9) Mencatat hasil pengukuran dan menghitung rata-rata kebisingan saat (*leq*) (Koesyanto & Pawenang, 2006).

e. Pengendalian bising

Pertimbangan untuk pengendalian pertama adalah menghilangkan sumber kebisingan dan melindungi seluruh masyarakat di sekitar. Menghilangkan sumber kebisingan tidak selalu dapat dilakukan sehingga dibutuhkan tindakan lain untuk mengurangi paparan bising. Pendekatan yang dapat dilakukan menurut Ridley (2006) antara lain:

1) Pendekatan *principles-led*

Pendekatan ini berupa mencari metode alternatif, memindahkan pekerja ke area dengan kebisingan rendah, mengurung kebisingan di ruang kedap bunyi, ataupun usaha usaha untuk meredam bunyi.

2) Pendekatan pragmatis

Pendekatan dapat berupa penggantian peralatan dengan komponen lain serta penyerapan bising menggunakan pelapis dinding.

4. Tekanan darah

a. Definisi tekanan darah

Jantung berkontraksi-relaksasi secara bergantian untuk memompa darah dari ventrikel menuju arteri dan menerima darah dari vena untuk diisi ke ventrikel (Sherwood, 2011). Jantung dan sirkulasi selanjutnya dikendalikan untuk memenuhi curah jantung dan tekanan arteri agar aliran darah yang mengalir sesuai dengan jumlah darah yang dibutuhkan. Arteri akan mentranspor darah ke jaringan di bawah tekanan yang tinggi (Guyton & Hall, 2007).

Tekanan darah adalah gaya yang ditimbulkan oleh darah terhadap dinding pembuluh darah, bergantung kepada volume di dalam pembuluh darah dan *compliance*, atau kemampuan pembuluh darah untuk meregang. Tekanan maksimal pada arteri ketika darah dipompa masuk ke dalam pembuluh darah disebut tekanan sistolik, rerata 120 mmHg. Tekanan minimum di dalam arteri ketika darah mengalir keluar dari pembuluh darah disebut tekanan diastolik, rerata 80 mmHg (Sherwood, 2011).

b. Mekanisme pengaturan tekanan darah

Jantung, tonus pembuluh darah, ginjal dan hormon merupakan sistem yang berperan dalam pengaturan tekanan darah. Tekanan darah memiliki mekanisme umpan balik salah satunya adalah refleksi baroreseptor di arkus aorta dan sinus karotid. Baroreseptor dapat mengirim umpan balik positif maupun negatif ke sistem saraf

pusat dengan cara mendeteksi perubahan tekanan pada arteri menggunakan baroreseptor (Lilly, 2011).

Dua buah kelompok sensor yang utama adalah kemoreseptor dan baroreseptor. Jantung, tonus pembuluh darah, ginjal dan hormon merupakan sistem yang berperan dalam pengaturan tekanan darah. Tekanan darah memiliki mekanisme umpan balik salah satunya adalah kemoreseptor yang berada di badan karotis dan aorta yang akan terangsang melalui penurunan oksigen, peningkatan tekanan karbondioksida dan penurunan pH darah (Price & Wilson, 2005).

c. Faktor yang mempengaruhi tekanan darah

Tekanan darah ditentukan oleh dua faktor, yaitu aliran darah yang melalui pembuluh darah dan resistensi pembuluh darah. Kecepatan aliran darah adalah banyaknya darah yang melewati pembuluh darah dalam suatu periode waktu. Resistensi adalah kecenderungan untuk melawan aliran atau ukuran hambatan aliran darah. Bergantung atas tiga faktor, yaitu (1) viskositas, (2) Panjang pembuluh darah dan (3) jari-jari pembuluh. Hubungan antara tekanan darah, aliran, dan resistensi dapat digambarkan sebagai berikut:

$$\text{Tekanan darah} = \text{aliran darah} \times \text{resistensi}$$

Faktor lain yang mempengaruhi tekanan darah antara lain asupan garam berlebih. Hal ini dapat menyebabkan retensi

sehingga mengakibatkan peningkatan volume cairan (Sherwood, 2011).

d. Cara mengukur tekanan darah

Tekanan darah dapat diukur secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung dapat menggunakan manometer, yaitu memasukkan jarum dan kanul ke dalam arteri. Cara pengukuran ini termasuk *invasive* dan kurang nyaman (Guyton & Hall, 2007). Pengukuran dapat dilakukan secara lebih nyaman dan cukup akurat dengan cara tidak langsung menggunakan *sphygmomanometer*.

Penggunaan *sphygmomanometer* untuk menentukan tekanan darah dilakukan dengan memasang manset dengan *rubber tubes* di inferior. Bagian bawah manset berada 2-3 cm di atas pulsasi arteri *brachialis*. Kemudian letakkan stetoskop di tempat pulsasi *a. brachialis* maksimal. Stetoskop dipasang tanpa tekanan berlebih dan tidak menyentuh baju, manset, maupun *rubber tubes* untuk menghindari suara gesekan.

Ketika manset dipompa sehingga tekanan melebihi tekanan di arteri, maka tidak akan terdengar bunyi pada stetoskop karena oklusi yang terjadi di arteri. Kemudian tekanan di manset akan diturunkan perlahan sehingga ketika tekanan di manset sedikit lebih besar dari arteri akan terdengar bunyi Korotkoff pertama, skala yang terbaca pada *sphygmomanometer* menunjukkan tekanan

sistolik. Tekanan pada manset terus diturunkan sampai suara menghilang. Saat bunyi Korotkoff menghilang, skala yang terbaca merupakan tekanan diastolik (Beevers *et al.*, 2015).

5. Sistem saraf autonom

Sistem autonom dibagi menjadi sistem saraf autonom parasimpatis (PANS) dan sistem saraf autonom simpatis (SANS). Bagian simpatis keluar meninggalkan ssp dari daerah torakolumbal medula spinalis. Bagian parasimpatis keluar dari otak dan dari bagian kraniosakral. Tujuan utama sistem saraf simpatis adalah mempersiapkan tubuh agar siap menghadapi stres. Sebaliknya, respon parasimpatis menurunkan kecepatan denyut jantung dan pernapasan (Price & Wilson, 2002).

Serabut saraf simpatis dan parasimpatis bekerja secara berlawanan. Stimulasi terhadap serabut parasimpatis atau stimulasi vagal yang kuat dapat menurunkan kecepatan denyut jantung. Stimulasi terhadap simpatis atau adrenergik diperantarai oleh reseptor alfa dan beta. Perangsangan pada reseptor alfa menyebabkan terjadinya vasokonstriksi, sedangkan pada reseptor beta menyebabkan peningkatan denyut jantung, kecepatan hantaran melewati nodus AV dan peningkatan miokardium. Stimulasi ini juga dapat menyebabkan releasenya epinefrin dan norepinefrin dari medulla adrenal (Price & Wilson, 2002).

Stimulasi simpatis pada jantung meningkatkan denyut, kecepatan konduksi, dan kekuatan denyut, sedangkan pada pembuluh darah adalah vasokonstriksi (Price & Wilson, 2002). Stimulasi simpatis terjadi saat tubuh berusaha untuk melawan dari ancaman. Stimulasi ini pada medula adrenal menyebabkan keluarnya hormon epinefrin dan norepinefrin. Hormon epinefrin yang dikeluarkan akan berikatan dengan reseptor beta, sedangkan norepinefrin medula adrenal berkaitan dengan reseptor alfa yang dapat menimbulkan vasokonstriksi generalisata. Respon simpatis ini ditujukan untuk meningkatkan aliran darah kaya nutrien dan beroksigen ke otot rangka sebagai antisipasi terhadap aktivitas berat (Sherwood, 2011).

Kedua sistem saraf dikontrol secara timbal balik, peningkatan aktivitas di salah satu divisi disertai penurunan di divisi lain. Terdapat beberapa pengecualian yaitu pada pembuluh darah hanya memiliki saraf simpatis (Sherwood, 2011). Sistem saraf simpatis mengatur kardiovaskular baik dalam keadaan sehat maupun sakit (Sinski *et al.*, 2006). Efek buruk meningkatnya aktivitas saraf simpatis (*fight or flight*) yang menahun merupakan faktor resiko terhadap penyakit kardiovaskular (Curtis, 2002).

6. Postural change

i. Definisi

Gaya gravitasi mempengaruhi berbagai aspek biologi, gaya ini membuat makhluk hidup mengikuti hukum fisika. Gaya gravitasi berpengaruh ke sistem fisiologis seperti ke kardiovaskular dan sistem sirkuler. Semua bagian berkolom yang berisi cairan seperti pembuluh darah, akan dikenakan tekanan vertikal yang besar sesuai arah gravitasi dikarenakan perubahan mendadak dari postur tubuh, terutama pada manusia yang dirancang untuk posisi tegak (Klabunde, 2011)

Adaptasi fisiologis di kardiovaskular manusia dirancang untuk mengatasi gaya gravitasi di sistem sirkuler dibawah pengaruh berbagai macam perubahan postural seperti ketika berdiri, duduk, atau supinasi. Beberapa perubahan yang terjadi di dalam tubuh sebagai respon dari perubahan postur adalah pada frekuensi nadi (banyaknya nadi per menit) dan tekanan darah. Dalam posisi supinasi, jantung mendapat gaya gravitasi yang sama dengan gaya pada pembuluh darah di kepala dan di kaki. Tekanan darah pada posisi ini cenderung sama seluruh tubuh dan darah yang kembali ke jantung tidak terpengaruh oleh tarikan gravitasi (Klabunde, 2011).

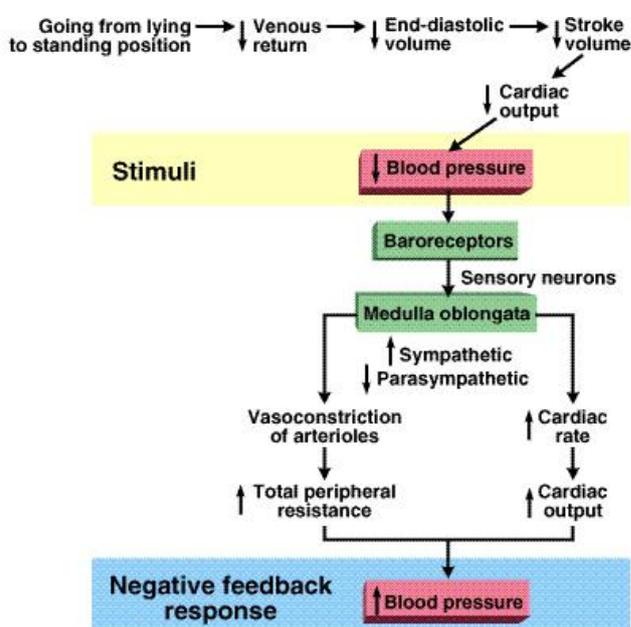
Perubahan postur menjadi berdiri secara tiba-tiba, dapat memberikan sensasi *headlightness* atau perasaan pusing. Sensasi

ini disebabkan oleh gaya gravitasi yang bekerja pada sistem kardiovaskular. Perubahan tubuh secara mendadak dari supinasi ke posisi berdiri menghasilkan tarikan gravitasi yang kuat terhadap darah dari sirkulasi. Jantung sekarang berada di bawah kepala dan leher dan sekitar 2-4 ft di atas ekstremitas bawah. Tekanan darah akan turun di kepala dan membuat tekanan naik di ekstremitas bawah. Kenaikkan darah di ekstremitas bawah membuat darah mengumpul di vena karena sifatnya yang elastis, tidak seperti pembuluh arteri yang dindingnya kaku (Klabunde, 2011).

Perubahan posisi dari supinasi ke berdiri secara cepat membuat beberapa perubahan antara lain: 1) penurunan jumlah darah vena yang kembali ke jantung 2) penurunan volume darah di jantung (*end diastolic volume*) 3) penurunan volume darah arteri dan tekanan darah pada kepala dan leher. Perubahan tersebut diimbangi oleh beberapa kompensasi seperti 1) naiknya denyut jantung dan curah jantung meningkat, 2) katup pada vena menjaga darah mengalir satu arah menuju jantung yang membantu darah kembali ke jantung, 3) otot skelet berkontraksi dan membantu menekan vena, 4) sistem syaraf memunculkan kompensasi dan respon otonom untuk mengembalikan tekanan darah secara normal (Klabunde, 2011).

Medula oblongata mempunyai 2 pusat pengaturan otonom jantung dan vasomotor. Pusat jantung akan merespon dengan

meningkatkan stimulasi simpatetis, dikeluarkannya epinefrin dan norepinefrin, menaikkan frekuensi nadi dengan meningkatkan *pacemaker cell depolarization rate*. Medula juga stimulasi vasokonstriksi pada otot polos arteri, terutama yang menuju ke otak, untuk meningkatkan tekanan darah melawan gravitasi (Guyton & Hall, 2007).



Gambar 2.2 Refleks Baroreseptor
(diambil dari intranet.tdmu.edu.ua)

ii. Operasional

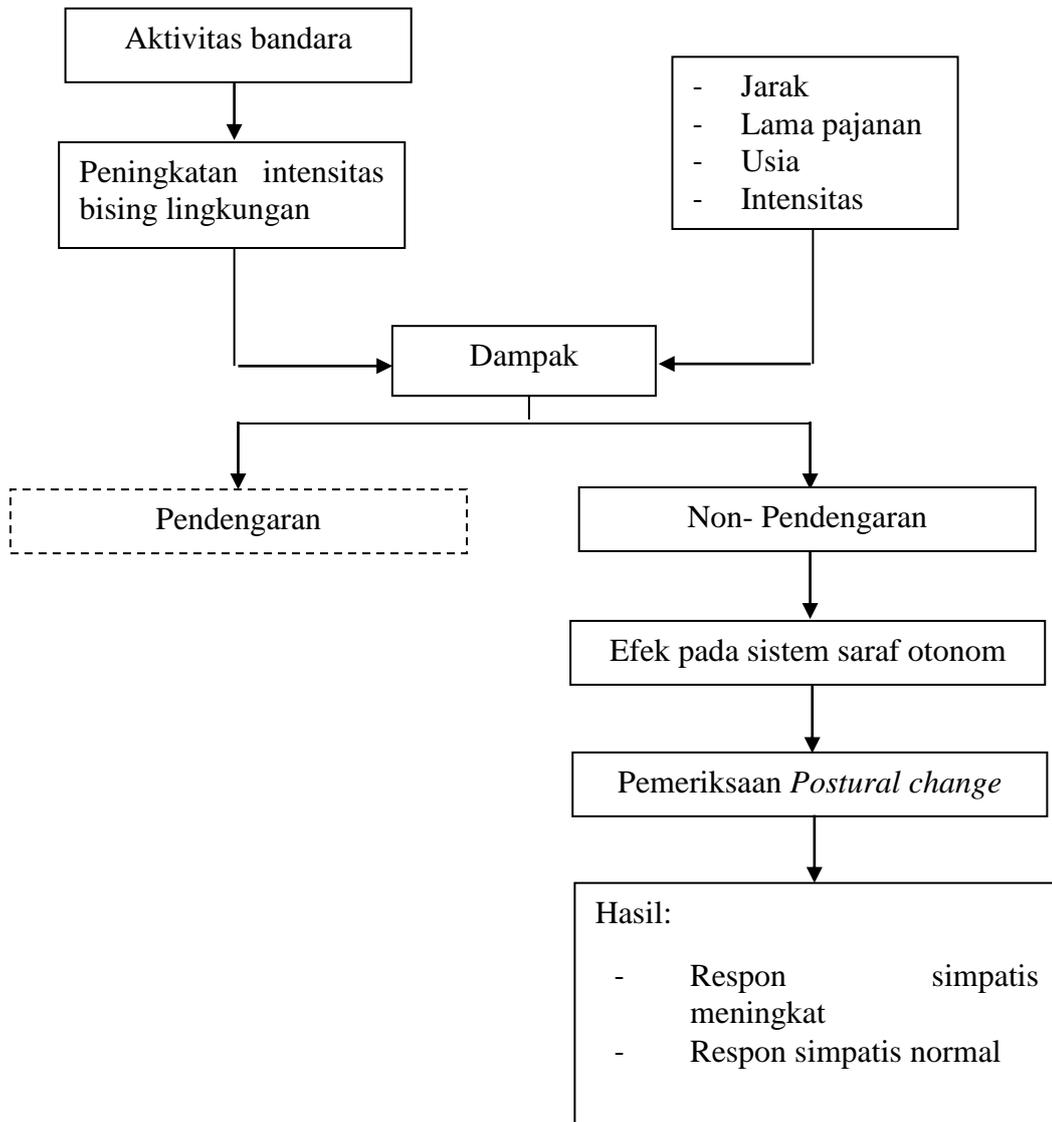
1. Alat dan Bahan

- Spygghmomanometer digital merk Omron Tipe HEM-7203, Jepang
- *Stopwatch*

2. Prosedur pelaksanaan

- Subyek sebelumnya diminta istirahat selama 5 menit kemudian diukur tekanan darah istirahatnya dengan menggunakan *sphygmomanometer* digital sebagai tekanan darah *baseline*
- Subyek berbaring/ posisi supinasi selama 5 menit lalu diukur tekanan darah posisi supinasi dengan menggunakan *sphygmomanometer* digital sebagai tekanan darah pretes
- Selanjutnya subyek mengubah posisi dari supinasi ke posisi berdiri dan diukur tekanan darahnya sebagai tekanan darah postes 1
- Subjek berdiri selama 7 menit dan diukur tekanan darahnya sebagai tekanan darah postes 2
- Perubahan tekanan darah yang tercatat pada perubahan posisi akan dibandingkan dengan tekanan darah *baseline* (CDC, 2015)

B. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka konsep penelitian

C. Hipotesis

Pajanan bising intensitas tinggi pada masyarakat sekitar Bandara Adisutjipto meningkatkan respon kardiovasa terhadap metode *postural change*.