

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Kapasitas Vital Paru

Kapasitas vital paru adalah volume paru udara maksimal yang dapat masuk dan keluar paru – paru selama satu siklus pernapasan yaitu setelah inspirasi maksimal dan ekspirasi maksimal. Kapasitas itu menggambarkan kemampuan pengembangan paru – paru dan dada. (Irman Somantri, 2008).

Berikut adalah macam – macam volume paru dan kapasitas paru menurut Guyton dan Hall (2008) :

- 1) Macam – macam volume paru
 - a) Volume tidal (volume alun napas) adalah volume udara yang diinspirasi atau diekspirasi setiap kali melakukan pernapasan normal, besarnya kira – kira 500 mL pada laki-laki dewasa.
 - b) Volume cadangan inspirasi adalah volume udara ekstra yang dapat diinspirasi setelah dan di atas volume alun napas yang biasanya mencapai 3000 mL.
 - c) Volume cadangan ekspirasi adalah jumlah volume udara ekstra yang dapat diekspirasi dengan cara melakukan ekspirasi sekuat-kuatnya pada akhir ekspirasi alun napas normal, jumlah normalnya adalah sekitar 1100 mL.

d) Volume residu adalah volume udara yang masih tetap berada dalam paru – paru setelah ekspirasi paling kuat, volume ini besarnya kira – kira 1200 mL.

2) Macam – macam Kapasitas Paru

a) Kapasitas inspirasi sama dengan volume tidal ditambah volume cadangan inspirasi (besarnya kira – kira 3500 mL).

b) Kapasitas residu fungsional sama dengan volume cadangan ekspirasi ditambah volume residu (besarnya kira – kira 2300 mL).

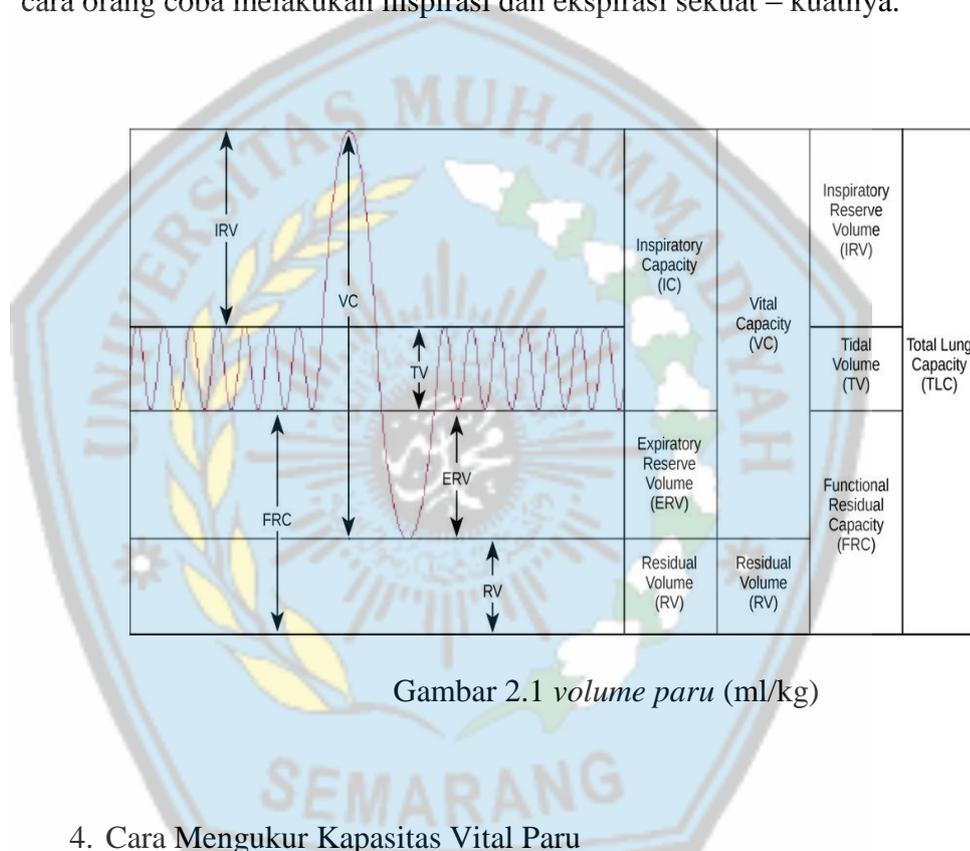
c) Kapasitas vital sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah dengan volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Ini adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru, setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimum dan kemudian mengeluarkan sebanyak – banyaknya (kira – kira 4600 mL).

d) Kapasitas paru total adalah volume maksimum dimana paru dapat dikembangkan sebesar mungkin dengan inspirasi paksa (kira – kira 5800 mL) jumlah ini sama dengan kapasitas vital ditambah dengan volume residu.

Pengembangan atau perluasan dan kontraksi paru – paru dan dada pada saat pernapasan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu, (1) menggerakkan diafragma keatas dan kebawah untuk memperluas dan memperpendek rongga dada, (2) dengan mengangkat dan menekan tulang

rusuk untuk meningkatkan dan menurunkan diameter anteroposterior rongga dada.

Berdasarkan teori dan pendapat berbagai ahli diatas dapat disimpulkan bahwa kapasitas vital paru merupakan kesanggupan paru dalam menampung oksigen yang dalam pengukurannya dapat dilakukan dengan cara orang coba melakukan inspirasi dan ekspirasi sekuat – kuatnya.



Gambar 2.1 *volume paru (ml/kg)*

4. Cara Mengukur Kapasitas Vital Paru

a). Volume dinamik paru dan kerja pernapasan

Keterangan mengenai status ventilasi tidak hanya membutuhkan volume statis paru, namun juga pengukuran kecepatan pergerakan udara yang keluar-masuk paru (dinamika paru). Agar udara dapat bergerak masuk dan keluar paru, tubuh harus bekerja untuk mengatasi resistensi gabungan dari toraks,

paru, dan abdomen yang dinamakan kerja pernapasan. Dengan bantuan spirometer, resistensi pernapasan akibat tahanan gesekan terhadap aliran udara (resistensi nonelastik) dapat diperkirakan dengan mengukur volume ekspirasi paksa dan kecepatan aliran udara :

1). Kapasitas vital paksa (FVC) adalah pengukuran kapasitas vital yang didapat pada ekspirasi yang dilakukan secepat dan sekuat mungkin. Volume udara ini sangat penting dan dalam keadaan normal nilainya kurang lebih sama dengan VC, tetapi mungkin sangat berkurang pada pasien obstruksi saluran napas.

2). Volume ekspirasi paksa (FEV) adalah volume udara yang dapat diekspirasi dalam waktu standar selama tindakan FVC. Biasanya FEV diukur selama detik pertama ekspirasi yang paksa (FEV1) dan detik ketiga (FEV3). Pada keadaan normal, besar FEV1 adalah 83% (70-80%) dari VC dan FEV3 = 97% (85-100%) dari VC. FEV merupakan petunjuk penting untuk mengetahui adanya gangguan kapasitas ventilasi.

3). Forced Expiratory Volume in First Second (FEV)

adalah volume udara yang dikeluarkan pada detik pertama dimulai dengan hembusan nafas kuat pada pernafasan penuh.

Sebagian dari volume statis paru-paru dapat diukur dengan spirometer yaitu: tidal volume dan kapasitas vital (vital capacity). Kapasitas vital adalah volume ekspirasi maksimal setelah inspirasi maksimal (Siregar, 2002).

b). Kapasitas Pernapasan Maksimal (Maximal Breath Capacity)

Kapasitas Pernapasan Maksimal ditentukan dengan cara mengukur volume hiperventilasi maksimal dalam 1 menit (amplitudo x frekuensi $12'' \times 5$).

5. Cara Mengukur dengan Spirometri

1. Tata cara pelaksanaan Spirometri

Spirometri merupakan suatu alat sederhana yang digunakan untuk mengukur volume udara dalam paru.

Spirometri dapat digunakan untuk mengevaluasi dan memonitor penyakit yang berhubungan dengan penyakit paru dan jantung sehingga pemeriksaan spirometri rutin digunakan di rumah sakit dengan pasien penyakit paru dan atau jantung. Spirometri merupakan pemeriksaan gold standard untuk diagnosis dan monitor penyakit paru obstruksi kronik (PPOK) dan asma. Selain itu juga digunakan sebagai screening awal untuk mendeteksi PPOK.

Pemeriksaan spirometri sering dianggap sebagai pemeriksaan sederhana namun sebenarnya merupakan pemeriksaan yang sangat kompleks. Variabilitas hasil

pemeriksaan spirometri lebih besar daripada pemeriksaan lain karena tidak konsistennya usaha subjek. Karena itu sangat diperlukan pemahaman, koordinasi dan kerjasama yang baik antara teknisi dan subjek agar didapatkan hasil yang optimal. Faktor-faktor yang dapat meningkatkan hasil pemeriksaan spirometri adalah peralatan yang akurat, prosedur pemeriksaan yang baik, program pengendalian mutu berkelanjutan, nilai acuan yang tepat, dan algoritma interpretasi hasil yang baik.

2. Indikasi spirometri

Diagnostik

- a. mengevaluasi hasil pemeriksaan yang abnormal
- b. mengukur efek penyakit terhadap fungsi paru
- c. menyaring individu dengan risiko penyakit paru
- d. menilai risiko prabedah
- e. menilai prognosis
- f. menilai status kesehatan sebelum masuk program dengan aktivitas fisik berat
- g. Menilai hasil pengobatan
- h. Menjelaskan perjalanan penyakit yang mempengaruhi fungsi paru
- i. Memonitor individu yang pekerjaannya terpajan zat berbahaya

- j. Memonitor reaksi obat yang mempunyai efek toksis terhadap paru
 - k. Evaluasi gangguan / ketidakmampuan
 - l. Menilai pasien sebagai bagian program rehabilitasi
 - m. Menilai risiko sebagai bagian evaluasi asuransi
 - n. Menilai individu untuk alasan legal kesehatan masyarakat
 - o. Survey epidemiologi
 - p. Penelitian klinis.
3. Persiapan pemeriksaan spirometri

Spirometri merupakan pemeriksaan yang relative mudah namun sering kali hasilnya tidak dapat digunakan. Karena itu perlu beberapa persiapan sebagai berikut;

- a. Operator, harus memiliki pengetahuan yang memadai , tahu tujuan pemeriksaan dan mampu melakukan instruksi kepada subyek dengan manuver yang benar
- b. Persiapan alat, spirometer harus telah dikalibrasi untuk volume dan arus udara minimal 1 kali seminggu
- c. Persiapan subyek, selama pemeriksaan subyek harus merasa nyaman. Sebelum pemeriksaan subyek sudah tahu tentang tujuan pemeriksaan dan manuver yang akan dilakukan. Subyek bebas rokok minimal 2 jam sebelumnya, tidak makan terlalu kenyang, tidak berpakaian terlalu ketat,

penggunaan obat pelega napas terakhir 8 jam sebelumnya untuk aksi singkat dan 24 jam untuk aksi panjang.

- d. Kondisi lingkungan, ruang pemeriksaan harus mempunyai sistem ventilasi yang baik dan suhu udara berkisar antara 17 – 40 0C

4. Manuver Spirometri

Hasil spirometri berupa spirogram yaitu kurva volume paru terhadap waktu akibat manuver yang dilakukan subjek. Usaha subjek diobservasi di layar monitor untuk meyakinkan bahwa usaha yang dilakukan subjek benar dan maksimal.

- a. Manuver KV, subjek menghirup udara sebanyak mungkin dan kemudian udara dikeluarkan sebanyak mungkin tanpa manuver paksa.
- b. Manuver KVP, subjek menghirup udara sebanyak mungkin dan kemudian udara dikeluarkan dengan dihentakkan serta melanjutkannya sampai ekspirasi maksimal. Apabila subjek merasa pusing maka manuver segera dihentikan karena dapat menyebabkan subjek pingsan. Keadaan ini disebabkan oleh gangguan venous return ke rongga dada.
- c. Manuver VEP1 (volume ekspirasi paksa detik pertama). Nilai VEP1 adalah volume udara yang dikeluarkan selama 1 detik pertama pemeriksaan KVP. Manuver VEP1 seperti manuver KVP.

- d. Manuver APE (arus puncak ekspirasi). APE adalah kecepatan arus ekpirasi maksimal yang dapat dicapai saat ekspirasi paksa. Tarik napas semaksimal mungkin, hembuskan dengan kekuatan maksimal segera setelah kedua bibir dirapatkan pada mouthpiece.
- e. Manuver MVV (maximum voluntary ventilation). MVV adalah volume udara maksimal yang dapat dihirup subjek. Subjek bernapas melalui spirometri dengan sangat cepat, kuat dan sedalam mungkin selama minimal 10-15 detik

B. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Vital Paru

1) Usia

Dalam Penelitian Yuma Anugrah (2013) yang berjudul faktor - faktor yang berhubungan dengan kapasitas vital paru pada pekerja penggilingan divisi batu putih di PT. Surya Karya terdapat nilai standar kapasitas vital paru menurut Herry & Eram sesuai usia yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.1 Nilai Standar Kapasitas Vital Paru

Umur	Laki – Laki	Perempuan
4	700	600
5	850	800
6	1070	980
7	1300	1150
8	1500	1350
9	1700	1550
10	1950	1740
11	2200	1950
12	2540	2150
13	2900	2350

14	3250	2480
15	3600	2700
16	3900	2700
17	4100	2750
18	4200	2800
19	4300	2800
20	4320	2800
21	4320	2800
22	4300	2800
23	4280	2790
24	4250	2780
25	4220	2770
26	4200	2760
27	4180	2740
28	4150	2720
29	4120	2710
30	4100	2700
31-35	3990	2640
36-40	3800	2520
41-45	3600	2390
46-50	3410	2250
51-55	3240	2160
56-60	3100	2060
61-65	2970	1960

Table 2.1 (Sumber: Herry & Eram TP dalam Yuma Anugrah 2013: 33)

Tabel 2.1 menunjukkan kapasitas vital paru terus meningkat dari anak – anak sampai usia dewasa muda (4 - 24 tahun). bahwa fungsi paru meningkat 20 kali lipat selama 10 tahun pertama kehidupan manusia kemudian manusia kemudian kembali berlanjut dengan cepat selama remaja dan mulai menurun pada usia dewasa hingga seterusnya.

Dari berbagai teori yang dipaparkan di atas dapat dikatakan usia merupakan variabel yang penting dalam hal terjadinya gangguan fungsi paru serta berhubungan dengan berkembangnya organ – organ tubuh

seiring berjalannya waktu salah satunya organ paru sehingga mempengaruhi kapasitas vital paru seseorang.

2) Jenis kelamin

Menurut Guyton & Hall (2008) menyebutkan volume dan kapasitas paru wanita 20%-25% lebih kecil dari kapasitas paru pria, dan akan lebih besar lagi nilai kapasitas vital paru pada olahragawan dan orang yang bertubuh besar.

Menurut Jan Tambayong (2001) mengatakan kapasitas paru pada pria lebih besar dengan nilai 4,8 liter dibandingkan pada wanita yaitu 3,1 liter. Perbedaan ini bisa disebabkan oleh perbedaan kekuatan otot maksimal, luas permukaan tubuh, komposisi tubuh, kekuatan otot, jumlah hemoglobin dan elastisitas paru.

3) Riwayat Penyakit

Riwayat penyakit paru merupakan faktor yang dianggap sebagai akibat timbulnya gangguan pernapasan, apabila seseorang pernah atau sementara menderita penyakit sistem pernapasan, maka akan meningkatkan resiko timbulnya penyakit sistem pernapasan jika terkena alergen seperti debu (Audia Candra Meita, 2012).

Menurut Achmad Rifai (2013) mengutarakan jika seseorang yang mempunyai penyakit paru – paru seperti asma juga mempunyai kapasitas paru yang berbeda apabila dibandingkan dengan seseorang yang tidak mempunyai penyakit paru - paru. Pada paru – paru penderita asma akan mengalami penyempitan, sehingga aliran udara yang keluar

masuk paru – paru menjadi berkurang. Hal itu menyebabkan adanya penurunan nilai kapasitas paru – parunya.

4) Pola Hidup

Gaya hidup seseorang dalam sehari - hari, seperti pola mengkonsumsi makanan sehingga timbul obesitas, kurangnya aktivitas dalam berolahraga, dan perokok sehingga menimbulkan penyempitan pembuluh darah sehingga mempengaruhi kapasitas vital paru seseorang (Alimul Hidayat & Aziz, 2006).

Audia Candra Meita (2012) mengatakan bahwa kebiasaan buruk merokok dapat menimbulkan gangguan ventilasi paru sehingga menyebabkan iritasi dan sekresi mukus yang berlebih di dalam bronkus. Keadaan itu dapat mengurangi efektifitas mukosiler itu sendiri sehingga membawa partikel – partikel debu sehingga timbulnya bakteri didalam paru – paru .

Zat kimia yang terkandung dalam rokok bisa menyebabkan penurunan nilai dan fungsi paru, adapun pola hidup yang memberi pengaruh baik pada kapasitas vital paru seseorang yakni kebiasaan olahraga atau melakukan aktivitas fisik.

5) Aktivitas Fisik dan Kebiasaan Berolahraga

Zullies Ikawati (2014) menyatakan untuk pengukuran anatomis fungsional dari kapasitas paru dipengaruhi oleh kebiasaan olahraga dan riwayat penyakit yang diderita orang tersebut. Mengutip dari Audia Candra Meita (2012) *American Thoracic Society* menyebutkan bahwa

nilai kapasitas vital paksa relative lebih besar pada orang yang memiliki kebiasaan berolahraga. Hal ini didukung oleh sebuah penelitian yang menyebutkan bahwa kebiasaan olahraga berhubungan dengan kapasitas fungsi paru. Dalam kegiatan olahraga terdapat unsur penting bagi pernapasan, yaitu terlatihnya otot pernapasan. Sehingga dengan kebiasaan olahraga membuat kapasitas vital paru meningkat.

Berkaitan dengan itu, olahraga dapat meningkatkan aliran darah melalui paru – paru sehingga menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum. (Guyton & Hall (2008).

C. Definisi Olahraga

1). Pengertian Olahraga

Olahraga biasa diartikan sebagai alur gerak raga yang teratur dan terencana yang dilakukan orang dengan sadar untuk meningkatkan kemampuan fungsionalnya. Olahraga di bagi menjadi 2, olahraga aerobik dan olahraga anaerobic. Aktivitas aerobik adalah aktivitas fisik yang menggunakan energi ATP hasil dari proses fosforilasi oksidatif glikogen dan asam lemak bebas dimana proses tersebut sangat tergantung dari ketersediaan oksigen. Sedangkan aktivitas anaerobic adalah aktivitas fisik yang dalam proses metabolisme pembentukan energi tidak menggunakan oksigen, energi dihasilkan dari pembentukan ATP melalui sumber energy yang berasal dari kreatin fosfat dan glikogen. Kebugaran adalah kapasitas tubuh secara umum dalam

menghadapi kerja fisik serta masih dapat memenuhi fungsinya tanpa mengalami kelelahan.(Siregar, Y.I.2010).

Kebugaran jasmani terdiri dari dua komponen yaitu *Health Related Fitness* dan *Skill Related Fitness*. *Health Related Fitness* adalah kemampuan kerjasama sistem jantung, paru, otot dan sendi secara baik. Unsur – unsurnya meliputi ketahanan otot, kekuatan otot, ketahanan kardiorespirasi, komposisi tubuh dan fleksibilitas. *Skill Related Fitness* merupakan kemampuan seseorang untuk melakukan sesuatu yang sifatnya spesifik, fokus namun dinamis yang membutuhkan waktu tertentu untuk mempelajarinya dan dapat dibuktikan. Dalam hal olahraga, *Skill Related Fitness* meliputi *agility* (kelincahan), *balance* (keseimbangan) *coordination* (kordinasi), *reaction time* (kecepatan reaksi), *speed* (kecepatan), *power* (kekuatan).(Anonym, 2015).

Dibawah ini adalah macam - macam olahraga, diantara yaitu:

a. Bola voli

Permainan bola voli merupakan suatu permainan yang dimainkan oleh 2 kelompok yang masing – masing terdiri dari 6 orang. Dalam permainan bola voli ada beberapa bentuk tehnik dasar yang harus dikuasai yaitu servis, passing bawah, passing atas, block, dan smash atau spike. Pemain memvolley bola di udara, dengan maksud dapat menjatuhkan bola di dalam petak lapangan lawan untuk mencari kemenangan dalam bermain (Ahmadi N, 2007).

b. Sepak Bola

Sepak bola adalah cabang olahraga yang menggunakan bola yang terbuat dari bahan kulit dan dimainkan oleh dua tim yang masing – masing beranggotakan 11 orang pemain inti ditambah beberapa pemain cadangan. Memasuki abad ke 21, olahraga ini telah dimainkan oleh lebih dari 250 juta orang di 200 negara, yang menjadikannya olahraga paling populer didunia (Overview of soccer.Encyclopaedia Britannica.diakses 23 januari 2015).

Pemain sepak bola membutuhkan kapasitas aerobik dan anaerobik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat daya tahan aerobik pemain posisi *midfielder* lebih baik daya tahan aerobiknya dibandingkan dengan pemain posisi *striker*, *defender*, dan *goalkeeper*.(setyawan,A.MA. 2014)

c. Renang

Renang adalah suatu cabang olahraga yang dapat dilakukan oleh siapa saja, baik putra maupun putri. Olahraga renang termasuk olahraga yang paling menyehatkan, sebab hampir semua otot tubuh bergerak dan berkembang dengan mengkoordinasikan kekuatan setiap perenang. Berenang (di tempat dan kualitas air yang memenuhi syarat kesehatan dan keamanan) selama 3 – 5 kali seminggu dapat meningkatkan kesehatan jantung dan paru – paru. Renang termasuk sebagai olahraga aerobik yang akan

membuat paru – paru sehat, sendi lebih lentur terutama dibagian leher, bahu dan pinggul (Susanto,E. 2009).

d. Taekwondo

Taekwondo merupakan cabang olahraga beladiri yang menggunakan tangan dan kaki (Tirtawirya, 2005).

e. Senam aerobik

Senam merupakan serangkaian gerak yang dipadukan dengan irama musik yang telah dipilih dengan durasi tertentu, aerobik mengandung pengertian suatu sistem latihan fisik yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemasukan oksigen didalam jaringan tubuh. Latihan aerobik yang dilakukan secara teratur dengan takaran yang cukup akan memperbaiki kerja jantung dan paru – paru.

Manfaat senam aerobik diantaranya adalah meningkatkan daya tahan jantung dan paru – paru, meningkatkan kekuatan otot, meningkatkan kelenturan otot persendian dan membantu kalenturan sirkulasi darah kejantung, dan dapat mengubah komposisi tubuh dengan menghindari tubuh menjadi gemuk.

Dalam melakukan senam aerobik terdapat aturan latihan senam aerobik diantaranya yaitu :

1. Pemanasan

Pemanasan adalah persiapan emosional, psikologis, dan fisik untuk melakukan latihan, tujuan pemanasan adalah menaikkan denyut jantung secara berangsur – angsur, mempersiapkan otot – otot dan persendian, meningkatkan suhu inti tubuh. Macam – macam pemanasan antara lain

- a. Berlari – lari atau jogging
- b. Pemanasan statis yaitu bentuk peregangan yang dilakukan mulai dari bagian tubuh atas sampai menuju bagian bawah (dari kepala sampai kaki).
- c. Pemanasan dinamis yaitu gerakan menengokkan kepala keatas dan kebawah, gerakan menekuk pendek – pendek dan panjang – panjang pada tangan atau gerakan kombinasi (bongkok – jongkok, bongkok – berdiri).

2. Gerakan inti senam aerobik

Merupakan gerakan inti yang telah aktif dengan alur tertentu. Gerakan inti bertujuan untuk menguatkan otot – otot tubuh dan melatih koordinasi gerak antar anggota tubuh.

3. Gerakan pemulihan (pendinginan)

Gerakan pemulihan bertujuan untuk mengembalikan frekuensi denyut jantung supaya kembali mendekati normal. Pelaksanaan gerakan dilakukan secara bertahap dari

intensitas tinggi ke intensitas rendah. Macam – macam gerakan pemulihan diantaranya sebagai berikut ;

a. Seated hamstring stretch

Duduk dilantai dengan posisi kedua kaki lurus kedepan, sambil dada mengarah kedepan dan kedua bahu kebelakang, raih ujung ibu jari kaki dan tahan selama 30 – 45 detik.

b. Quad stretch

Berdiri dengan posisi kedua kaki dan lengan berada disisi tubuh anda untuk menjaga keseimbangan anda boleh berpegangan pada kursi/meja dengan tangan kiri dan genggam kaki kanan dengan posisi dibelakang anda, tahan 30 – 45 detik.

c. Shoulder stretch

Tarik lengan kanan anda menyilang melewati dada sampai anda merasakan tarikan yang cukup nyaman, tahan 30 – 45 detik.(Hafni, R. 2014)

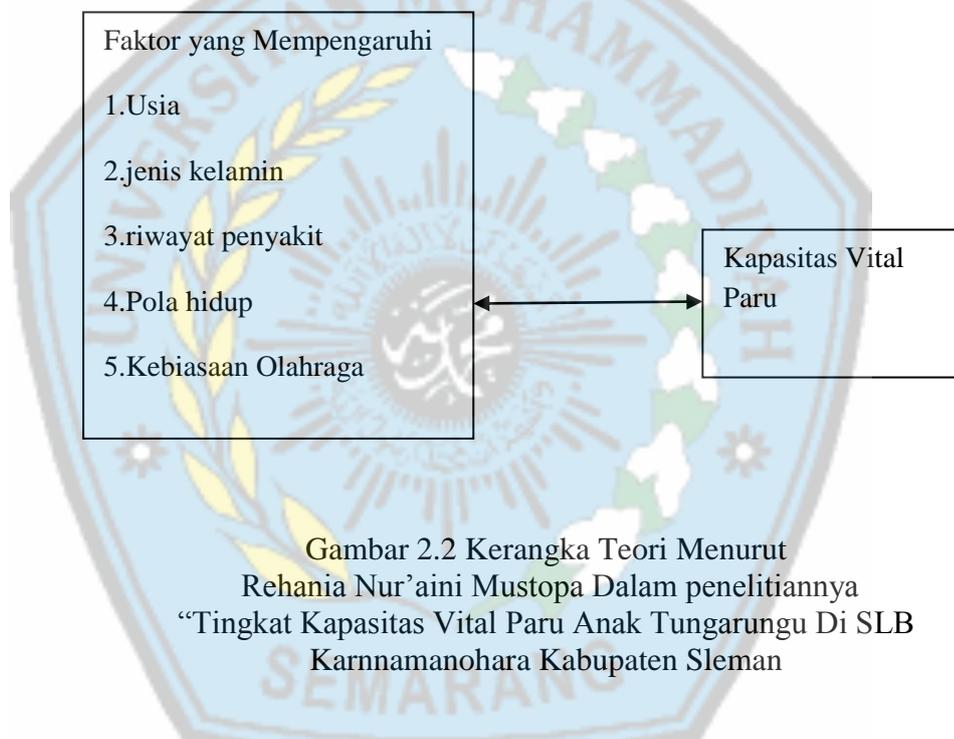
2). Klasifikasi Olahraga

Menurut Santosa 2007, macam – macam olahraga menjadi 3 kelompok, berdasarkan berat ringannya olahraga tersebut, dengan memperhitungkan kedua macam bentuk latihan (latihan kondisi fisik dan latihan keterampilan teknik) juga jumlah waktu dari masing – masing latihan yang dijalankannya.

Pengelompokan Cabang Olahraga :

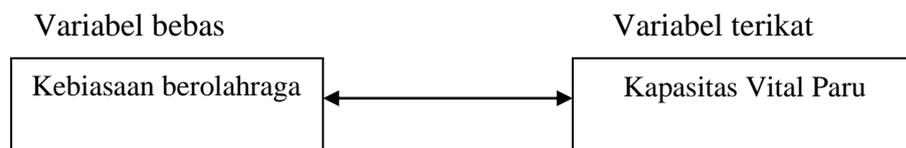
- a. Olahraga ringan meliputi Menembak, Golf, Panahan
- b. Olahraga sedang meliputi Bulutangkis, Bola basket, Soft ball, Tenis meja, Tenis, Senam, Sepakbola, lari
- c. Olahraga berat meliputi Renang, Balap sepeda, Tinju, Gulat, Judo, Angkat besi, Marathon, Rowing.

D. Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori Menurut Rehania Nur'aini Mustopa Dalam penelitiannya "Tingkat Kapasitas Vital Paru Anak Tunganungu Di SLB Karnnamanohara Kabupaten Sleman

E. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka konsep penelitian

F. Hipotesis

Menurut notoadmojo (2010), Hipotesis adalah kesimpulan sementara penelitian, patokan dengan dugaan atau dalil sementara, yang kebenarannya akan dibuktikan dalam penelitian tersebut. Hipotesis pun digunakan untuk mengarahkan pada hasil penelitian. Hipotesis penelitian ini yang mengacu pada perumusan masalah hubungan kebiasaan olahraga dengan kapasitas vital paru pada polisi lalulintas di Polres pematang

