

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Kesegaran Jasmani

Menurut *Buku Pedoman Tentang Tes Kesegaran Jasmani Prajurit Dan Calon Prajurit* (2019), kesegaran jasmani adalah kemampuan seseorang untuk melakukan suatu pekerjaan tertentu dengan baik tanpa mengalami suatu kelelahan yang berarti. Menurut Agus Mukhoid (2004, sebagaimana dikutip dalam Hasyim dan Jusran, 2022), Kesegaran jasmani merujuk pada kemampuan dan kapasitas seseorang dalam melakukan aktivitas atau pekerjaan dengan tingkat daya kerja yang tinggi tanpa mengalami kelelahan yang signifikan. Kesegaran jasmani yang optimal membantu seseorang untuk menjaga daya tahan tubuhnya serta meningkatkan kinerja fisik dalam melakukan tugas sehari-hari. Melalui olahraga yang teratur, seseorang dapat meningkatkan kondisi fisiknya secara keseluruhan. (Alahmari et al., 2020; Astuti et al., 2020).

Aerobik, seperti berlari, berenang, atau bersepeda, adalah jenis olahraga yang secara signifikan meningkatkan kemampuan kardiorespirasi. Selama latihan aerobik, tubuh memerlukan lebih banyak oksigen untuk mendukung aktivitas fisik yang berkelanjutan, memperkuat sistem kardiorespirasi. Ini melibatkan peningkatan denyut jantung, pernapasan yang lebih cepat, dan aliran darah yang lebih baik ke otot, termasuk otot pernapasan (Astuti et al., 2020; Kurnia dan Wara Kushartanti, 2013). Latihan aerobik yang teratur dapat meningkatkan kapasitas paru, kapasitas vital, dan kapasitas kardiorespirasi secara keseluruhan, meningkatkan efisiensi pengangkutan oksigen dan pengeluaran karbon dioksida, serta berkontribusi pada peningkatan kesehatan jantung, paru, serta daya tahan

tubuh. Latihan aerobik salah satu latihan penting untuk mempertahankan dan meningkatkan kebugaran kardiorespirasi.

2.1.1.1 Menguji Kesegaran Jasmani

Tes kesegaran jasmani (Garjas) merupakan salah satu evaluasi untuk menilai tingkat kebugaran fisik seseorang. Berdasarkan *Buku Pedoman Tentang Tes Kesegaran Jasmani Prajurit Dan Calon Prajurit* (2019), tes Garjas TNI terdiri dari dua bagian, yaitu tes Garjas "A" dan "B". Tes Garjas "A" melibatkan tes lari selama 12 menit, sementara tes Garjas "B" pada prajurit pria terdiri dari *pull-ups*, *sit-ups*, *push-ups*, *lunges*, serta *shuttle-run*. Tes Garjas "B" prajurit wanita terdiri dari *chinning*, *sit-up*, modifikasi *push-up*, *lunges*, serta *shuttle-run*. Tes ini memberikan gambaran tentang kondisi fisik dan daya tahan tubuh para prajurit yang diuji.

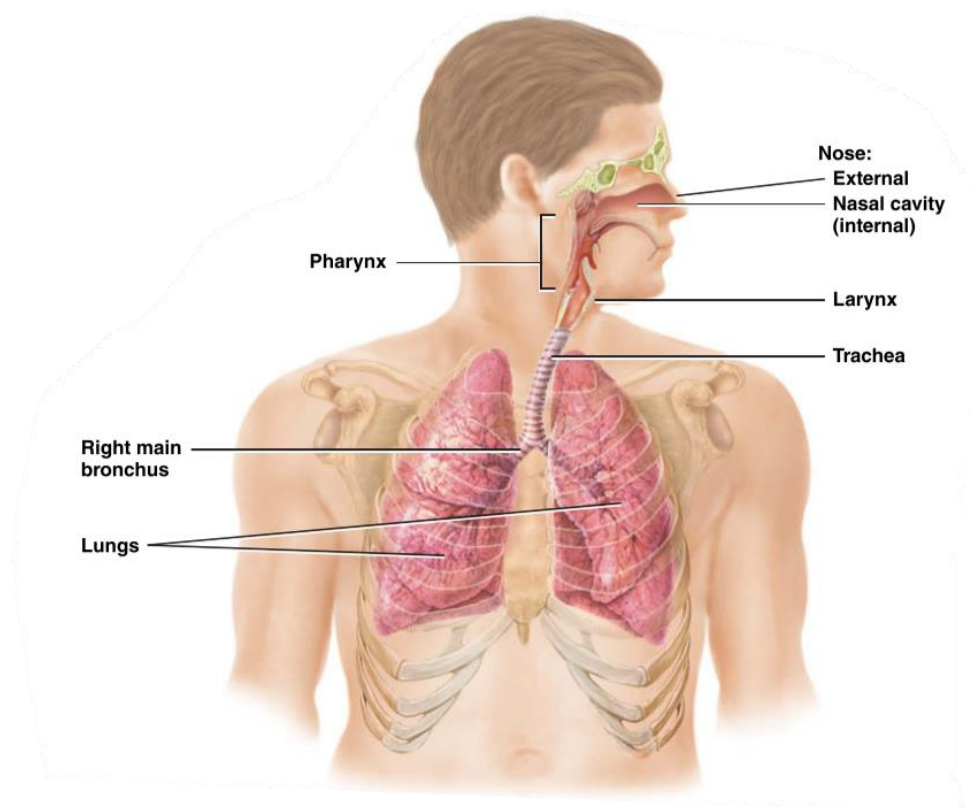
Dalam dunia kedokteran olahraga, tes lari 12 menit dikenal sebagai *Cooper Test*. *Cooper Test* mengharuskan individu berlari sejauh mungkin dalam waktu 12 menit dengan intensitas maksimal. Tujuan dari tes ini adalah untuk memperkirakan VO_{2max} (kapasitas maksimal tubuh dalam mengonsumsi oksigen selama latihan). Tes ini juga dapat digunakan untuk memprediksi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setengah marathon atau half-marathon (Lu et al., 2022). Tes ini menjadi indikator yang berguna dalam mengevaluasi tingkat kebugaran kardiorespirasi seseorang dan memberikan perkiraan tentang kemampuan mereka dalam menghadapi aktivitas fisik dalam jangka waktu tertentu.

2.1.2 Anatomi dan Fisiologi Sistem Pernapasan yang Berhubungan dengan Penerbangan

2.1.2.1 Anatomi Sistem Pernapasan

Menurut Tortora dan Derrickson (2021), saluran pernapasan bagian atas melibatkan struktur-struktur penting seperti hidung, faring, serta laring.

Hidung berperan sebagai jalur pertama udara masuk ke dalam sistem pernapasan (Tortora dan Derrickson, 2021). Faring merupakan bagian saluran pernapasan yang menghubungkan hidung dan mulut dengan saluran pernapasan bagian bawah. Faring berfungsi sebagai jalur udara menuju laring dan trakea (Sherwood, 2012; Tortora dan Derrickson, 2021). Laring adalah struktur penting yang berada di bawah faring. Laring berfungsi sebagai penghubung saluran pernapasan atas dan bawah. (Tortora dan Derrickson, 2021).



Gambar 2.1 Anatomi Sistem Pernapasan.

Dikutip dari Tortora dan Derrickson (2021)

Pada saluran pernapasan bagian bawah terdapat trakea, bronkus, serta paru. Trakea merupakan saluran besar berbentuk tabung yang menghubungkan laring dengan bronkus. Pada ujung trakea terdapat percabangan yang akan menjadi bronkus kiri dan kanan. Masing-masing

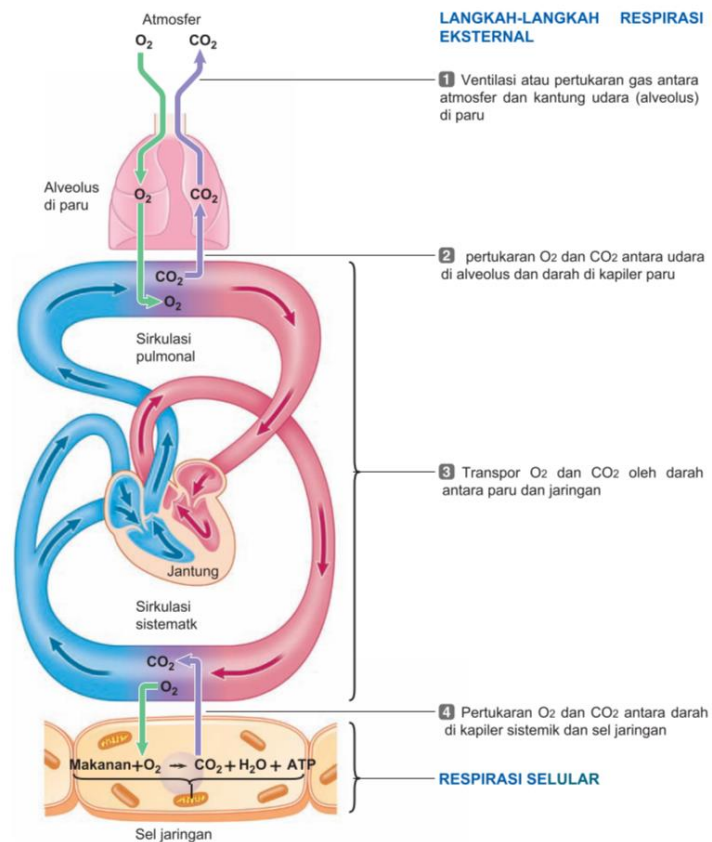
bronkus membawa udara menuju paru masing-masing (Tortora dan Derrickson, 2021).

Paru merupakan organ utama sistem pernapasan. Paru bertanggung jawab dalam pertukaran gas antara lingkungan luar dan darah (Tortora dan Derrickson, 2021). Di dalam paru, ada jutaan kantong-kantong kecil yang disebut alveoli, di mana terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida melalui dinding alveoli dan pembuluh darah kapiler. Proses pertukaran gas ini memungkinkan oksigen dari udara untuk masuk ke dalam darah dan karbon dioksida dikeluarkan dari tubuh menuju lingkungan luar (Sherwood, 2012; Tortora dan Derrickson, 2021).

2.1.2.2 Fisiologi Sistem Pernapasan

Respirasi terdiri dari dua proses utama, yaitu respirasi seluler dan respirasi eksternal. Respirasi seluler adalah serangkaian proses metabolisme yang terjadi di dalam mitokondria sel, sementara respirasi eksternal merupakan serangkaian proses yang melibatkan pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida antara lingkungan eksternal dan sel-sel tubuh, khususnya melalui sistem pernapasan yang melibatkan paru-paru dan pembuluh darah (Sherwood, 2012).

Menurut Sherwood (2012), terdapat empat tahap respirasi eksternal. Tahap pertama adalah pergerakan udara masuk dan keluar dari paru-paru, memungkinkan terjadinya pertukaran udara antara lingkungan eksternal dan kantong udara di dalam paru-paru yang disebut alveolus. Pertukaran gas ini terjadi melalui proses yang disebut ventilasi (Sherwood, 2012). Pada tahap kedua terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara udara yang ada di dalam alveolus (kantong udara paru-paru) dan darah yang mengalir di dalam kapiler pulmonal, yang terjadi melalui proses difusi. Proses ini bergantung pada perbedaan konsentrasi oksigen dan karbon dioksida antara udara di alveolus dan dalam darah yang mengalir di kapiler paru (Sherwood, 2012).



Gambar 2.2 Langkah-langkah respirasi.

Dikutip dari Sherwood L (2012)

Pada tahap ketiga oksigen dibawa oleh darah dari paru menuju jaringan tubuh. Darah sebaliknya juga akan membawa karbon dioksida dari jaringan tubuh kembali ke paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Pada tahap keempat terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara sel-sel jaringan dan darah yang terjadi melalui proses difusi di tempat-tempat yang memerlukan oksigen untuk proses metabolisme dan membutuhkan penghilangan karbon dioksida yang dihasilkan dari proses tersebut (Sherwood, 2012).

Sistem respirasi pulmoner hanya berperan dalam langkah awal dan langkah kedua dari proses respirasi eksternal. Sistem sirkulasi sementara

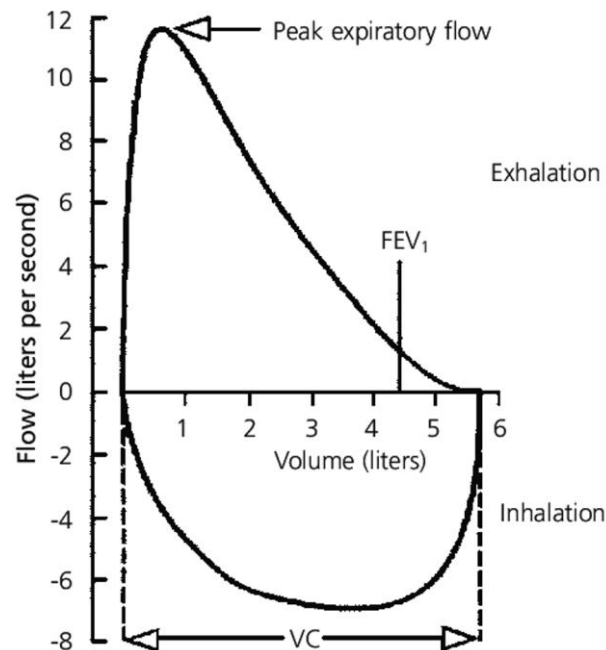
itu terlibat dalam langkah kedua dan melanjutkan dengan langkah ketiga dan keempat dari proses respirasi eksternal (Sherwood, 2012).

2.1.2.3 Penilaian Fungsi Paru

Penilaian fungsi paru merupakan suatu langkah kritis dalam praktik medis dan kesehatan untuk mengevaluasi kesehatan dan performa sistem pernapasan seseorang. Proses penilaian ini melibatkan berbagai pengukuran dan tes untuk memahami sejauh mana kapasitas paru dan kemampuan pernapasan seseorang berfungsi dengan baik. Salah satu alat pengukur kapasitas paru adalah spirometer. Pengukuran parameter spirometri, di antaranya kapasitas vital paksa (KVP) serta Volume Ekspirasi Paksa Detik Pertama (VEP1), memiliki peran sentral dalam penilaian fungsi paru (Dhiaulhaq, 2023). Saat terjadi proses pernapasan, terdapat Volume Inspirasi Cadangan (VIC) dan Kapasitas Residual Fungsional (KRF). Namun, dalam spirogram, kedua komponen tersebut tidak dapat ditampilkan atau direpresentasikan visual karena keterbatasan kemampuan alat untuk merekam atau menunjukkan seluruh dinamika pernapasan manusia. Dengan alat, kapasitas paru dinilai dengan cara subjek mengambil napas sebanyak mungkin dan kemudian dengan cepat dan maksimal, menggunakan kekuatan otot diafragma, menghembuskan udara ke dalam alat (Dhiaulhaq, 2023).

Dalam tes KVP dengan spirometri, seseorang diminta untuk menghirup udara sebanyak mungkin, kemudian menghembuskan udara dengan cepat dan maksimal ke dalam perangkat yang disebut spirometer (Dhiaulhaq, 2023). Data hasil pengukuran ini akan memberikan gambaran tentang kapasitas paru seseorang dan kemampuan untuk mengeluarkan udara dengan cepat (Dhiaulhaq, 2023). Hasil tes ini direpresentasikan dalam bentuk spirogram, yang mencatat perubahan volume udara dalam paru selama siklus pernapasan (Barreiro, 2004; Hammoudi, 2023). Rasio VEP1/KVP juga dihitung dari data spirogram untuk menilai adanya

kemungkinan penyempitan saluran pernapasan, yang dapat menunjukkan adanya gangguan seperti penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) atau asma (Barreiro, 2004; Dhiaulhaq, 2023).



Gambar 2.3 Grafik Spirogram.

Dikutip dari Barreiro T(2004)

Penggunaan spirometri untuk menilai fungsi paru didasarkan atas beberapa indikasi. Beberapa indikasi di antaranya pasien dengan gejala dan tanda seperti batuk, mengi/wheezing, sesak napas, ronki yang tidak dapat dijelaskan, serta rontgen dada yang abnormal (Dhiaulhaq, 2023). Spirometri juga dapat digunakan untuk memantau pasien dengan penyakit paru yang sudah terdiagnosis serta investigasi pasien dengan penyakit yang mungkin memiliki komplikasi gangguan pernapasan. Spirometri juga digunakan untuk evaluasi praoperasi (reseksi paru, operasi perut, dan pembedahan kardioraks), evaluasi pasien dengan risiko penyakit paru (terkena paparan racun paru seperti radiasi, obatobatan, atau paparan

lingkungan atau pekerjaan), serta sebagai pengawasan setelah dilakukan transplantasi paru (Dhiaulhaq, 2023).

Pemeriksaan spirometri sendiri juga memiliki kontraindikasi. Kontraindikasi dalam pemeriksaan spirometri terbagi menjadi kontraindikasi absolut dan kontraindikasi relatif (Dhiaulhaq, 2023; Triki dan Ben Saad, 2021). Beberapa kontraindikasi yang termasuk kontraindikasi absolut diantaranya peningkatan tekanan intrakranial, *Space Occupying Lesion (SOL)* pada otak, dan ablasio retina. Sedangkan yang termasuk kedalam kontraindikasi relatif antara lain hemoptisis (yang tidak diketahui penyebabnya), pneumotoraks, angina pektoris tidak stabil, dan Hernia Nucleus Pulposus (Dhiaulhaq, 2023).

2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Nilai Fungsi Paru

2.1.3.1 Genetik

Mutasi pada gen yang mengkode protein surfaktan tipe C dapat memicu proses inflamasi di dalam paru-paru ketika terpapar zat eksogen. Proses inflamasi dapat memicu pelepasan berbagai jenis protein seperti *tumor necrosis factor (TNF)*, *vascular endothelial growth factor (VEGF)*, *platelet derived growth factor (PDGF)*, dan *interleukins (IL)*. Akibatnya, fibroblas mulai berdiferensiasi dan berproliferasi, yang dapat berpengaruh pada peningkatan penumpukan matriks ekstraseluler (Litanto, 2021; Putra, 2020).

2.1.3.2 Usia

Selama proses penuaan, elastisitas paru berkurang. Ini dikarenakan terjadinya perubahan struktural yang terjadi pada dinding alveoli. Dinding alveoli menjadi lebih tebal dan kaku, sehingga proses pertukaran gas menjadi lebih sulit (Butterworth IV et al., 2018; Fani Pratiwi et al., 2021). Seiring bertambahnya usia, sejumlah alveoli mengalami atrofi atau penurunan jumlah. Perubahan struktur ini mengakibatkan berkurangnya

luas permukaan pertukaran gas antara udara dan darah. Akibatnya, kemampuan paru untuk melakukan pertukaran oksigen dan karbondioksida dengan udara menjadi terbatas (Fani Pratiwi et al., 2021).

2.1.3.3 Jenis Kelamin

Jenis kelamin juga dapat mempengaruhi nilai fungsi paru. Studi menunjukkan bahwa pada usia tertentu, pria memiliki kapasitas paru yang lebih besar dibandingkan wanita, yang berhubungan dengan perbedaan anatomi dan ukuran tubuh antara kedua jenis kelamin (Gestia Septiana et al., 2021; Tortora dan Derrickson, 2021).

2.1.3.4 Indeks Massa Tubuh

Salah satu penyebab perubahan pada struktur dan fungsi paru ialah berat badan. Berat badan berlebih dapat mengurangi elastisitas paru dan membatasi pergerakan dinding dada (Gestia Septiana et al., 2021). Penimbunan lemak di sekitar paru dan dada mengurangi elastisitas dinding paru sehingga paru tidak dapat dengan baik meregang dan mengempis saat pernapasan (Putra, 2020). Obesitas dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas paru secara keseluruhan (Putra, 2020).

2.1.3.5 Kebiasaan Merokok

Fungsi paru juga dapat dipengaruhi oleh asap rokok. Asap rokok mengandung zat-zat berbahaya yang dapat menurunkan fungsi dan kemampuan paru, menyebabkan peradangan, mengurangi kapasitas paru, serta meningkatkan risiko penyakit pernapasan kronis seperti penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) (Fani Pratiwi et al., 2021).

2.1.3.6 Kardiorespirasi

Kebugaran kardiorespirasi memiliki pengaruh terhadap nilai fungsi paru. Terdapat korelasi positif antara kebugaran kardiorespirasi dengan

peningkatan kapasitas paru (Alahmari et al., 2020). Kemampuan sirkulasi darah yang baik memungkinkan pengiriman oksigen yang lebih efisien ke seluruh tubuh (Kurnia dan Wara Kushartanti, 2013).

2.1.3.7 Kesegaran Jasmani

Kesegaran jasmani memiliki pengaruh positif terhadap nilai fungsi paru. Latihan fisik yang teratur dapat meningkatkan kapasitas paru dan kemampuan pernapasan (Alahmari et al., 2020; Astuti et al., 2020). Latihan kebugaran jasmani dapat memperkuat otot-otot pernapasan, meningkatkan ventilasi paru, sehingga meningkatkan efisiensi proses pernapasan (Kurnia dan Wara Kushartanti, 2013). Sirkulasi darah juga menjadi lebih baik dengan meningkatnya kesegaran jasmani. Ini memungkinkan pengiriman oksigen yang lebih efisien ke seluruh tubuh (Kurnia dan Wara Kushartanti, 2013). Peningkatan kesegaran jasmani juga berpengaruh terhadap penurunan persen massa lemak tubuh (Latifah et al., 2019).

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Tujuan dikumpulkan berbagai penelitian terdahulu ialah agar terdapat dasar perbandingan dan referensi yang relevan dengan konteks penelitian ini. Penelitian terdahulu juga dikumpulkan untuk mencegah terdapatnya kesamaan dengan penelitian ini. Penelitian terdahulu disajikan dalam tabel 2.1.

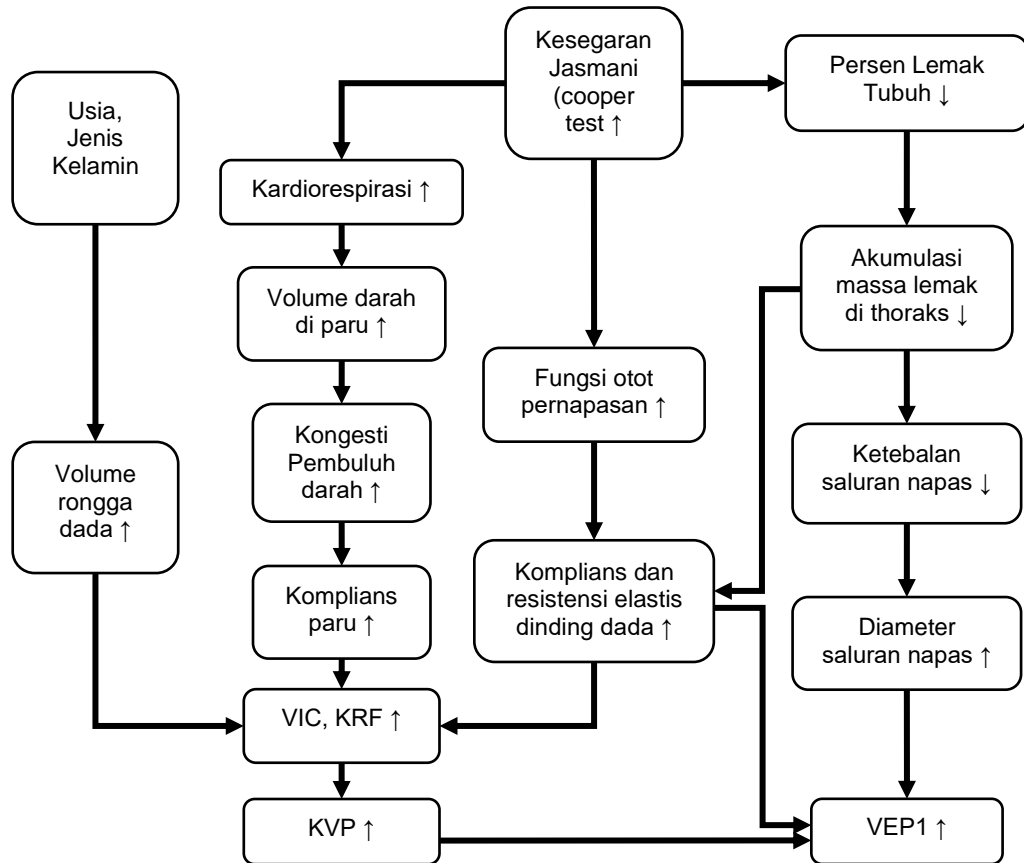
Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Subjek	Metode	Hasil
1.	Paramita et al. (2020)	Korelasi Antara Program Latihan Dengan Fungsi Paru Dan Prestasi Pada Atlet Renang Usia Dewasa Muda	31 orang usia 17-25 tahun, berenang min. 2kali 1 minggu, tidak merokok	Kohort retrospektif, pengambilan data langsung (TB, BB, Spirometri) dan wawancara (program latihan dan prestasi)	a. ada hubungan yang signifikan antara program latihan kebugaran jasmani (renang) dan fungsi paru atlet renang (KV, KVP, VEP1) b. terdapat korelasi signifikan antara program latihan dan prestasi
2.	Alahmari et al. (2020)	<i>Cardiorespiratory Fitness as a Correlate of Cardiovascular, Anthropometric, and Physical Risk Factors: Using the Ruffier Test as a Template</i>	52 laki-laki usia 20-60 tahun ($34,4 \pm 2,4$), diacak dari mahasiswa dan staff universitas king khalid	Studi potong lintang, dilakukan pemeriksaan BB, TB, IMT, aktivitas fisik tekanan darah, merokok, diabetes, dan fungsi paru, sebelum akhirnya dilakukan <i>ruffier test</i> .	a. Terdapat korelasi positif antara kebugaran kardiorespirologi (VO_{2max}) dengan aktivitas fisik dan fungsi respirasi. b. Terdapat korelasi negatif antara kebugaran kardiorespirologi (VO_{2max}) dengan usia, BB, TB, IMT, merokok, tekanan darah, dan diabetes.
3.	Mackala et al. (2020)	<i>The Effect of Respiratory Muscle Training on the Pulmonary Function, Lung Ventilation, and Endurance Performance of Young Soccer Players</i>	16 pemain sepakbola tingkat junior (usia <i>mean</i> $17,63 \pm 0,48$ tahun, TB $182 \pm 0,05$ cm, BB $68,88 \pm 4,48$ kg)	Eksperimental, dibagi menjadi kelompok kontrol dan eksperimental, kelompok eksperimental diberi pelatihan inspirasi dan kebugaran fisik selama 8 minggu, diperiksa fungsi paru, kekuatan inspirasi - ekspirasi, dan kebugaran aerobik.	a. Latihan inspirasi ditambah latihan kebugaran fisik meningkatkan kekuatan otot ekspirasi (PE_{max}) b. Latihan inspirasi ditambah latihan kebugaran fisik meningkatkan kekuatan otot inspirasi (PI_{max}) dan kebugaran aerobik.

4.	Kurnia dan Wara Kushartanti (2013)	Pengaruh Latihan Fartlek Dengan Treadmill Dan Lari Di Lapangan Terhadap Daya Tahan Kardiorespirasi	Semua member pria Fitness Center (GOR) FIK UNY yang berusia antara 20-29 tahun, member aktif dalam rentang 1 November-1 Februari 2013 (97 orang).	Eksperimental faktorial 2 x 2. Data dikumpulkan menggunakan tes daya tahan kardiorespirasi (tes Cooper 12 menit), dihitung jarak maksimal yang dapat ditempuh dalam waktu 12 menit tersebut.	<ul style="list-style-type: none"> a. Daya tahan kardiorespirasi kelompok latihan fartlek dengan lari di lapangan menunjukkan pengaruh lebih baik dibandingkan kelompok latihan fartlek dengan treadmill. b. Daya tahan kardiorespirasi kelompok kapasitas vital paru tinggi menunjukkan pengaruh lebih baik dibandingkan kelompok kapasitas vital paru rendah. c. Tidak ada interaksi antara latihan fartlek dengan treadmill, latihan fartlek dengan lari di lapangan, dan kapasitas vital paru terhadap daya tahan kardiorespirasi
----	------------------------------------	--	---	--	--

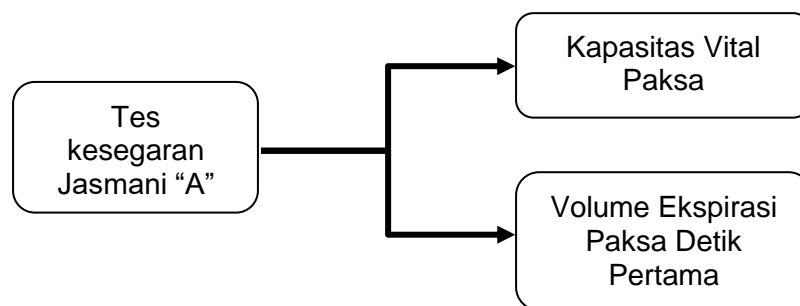
2.3 Kerangka Berpikir

2.3.1 Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka teori

2.3.2 Kerangka Konsep



Gambar 2.5 Kerangka konsep

2.4 Hipotesis

- a. Terdapat korelasi positif antara nilai kebugaran jasmani dengan kapasitas vital paksa pada penerbang pria TNI AU yang melakukan pemeriksaan di Lakespra dr. Saryanto.
- b. Terdapat korelasi positif antara nilai kebugaran jasmani dengan volume ekspirasi paksa detik pertama pada penerbang pria TNI AU yang melakukan pemeriksaan di Lakespra dr. Saryanto.