**PERBANDINGAN PENGARUH LATIHAN *INCENTIVE SPIROMETRY* DAN LATIHAN PERNAPASAN DIAFRAGMA TERHADAP NILAI *PEAK COUGH FLOW***

**PASCA-CORONA VIRUS DISEASE-19**

**1 Irithca Jayanti Tengker**

**2 Theresia Isye Mogi**

**2 Christina Adelle Damopolii**

1PPDS-1Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

2Spesialis Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado

Email: irithca\_tengker@yahoo.com

**ABSTRACT**

**Background** : Post-Covid-19 is associated with the ability to function stones that can interfere with daily activities and work. Spirometry Incentive Exercises and diaphragmatic breathing exercises can increase the peak cough flow value on post-Covid-19.

**Objective** : To find out the comparison between Incentive Spirometry and diaphragmatic breathing exercises on the peak cough flow value on post-Covid-19.

**Materials and Methods**: This research is a The Control Group Pre-Post Test Group Design. Subjects were divided into 2 groups, namely Group 1 exercise with volume oriented Incentive spirometry, frequency of 2x exercise sets/day, 20 repetitions in 1 exercise set, rest between repetitions of 5 seconds, Group 2 diaphragmatic breathing exercise with a frequency of 2x exercise sets/day, 1 exercise set. with 6x breath cycle. Both exercises were performed 6x a week for 4 weeks. Before and after intervention, patients were evaluated using peak cough flow **Results**: There were 24 subjects (7 males, 17 females) aged 40–65 years, there was a very significant difference between the median initial PCF value and the median final PCF value in diaphragmatic breathing exercises (Z = -3.104 with p value = 0.001) on incentive spirometry exercise (Z = -3,070 with p value = 0.001) and comparison between Incentive Spirometry exercise with median value of diaphragmatic breathing exercise on post-Covid-19 peak cough flow value (Z = - 3.748 with p value <0.001).

**Conclusion**: There was an increase in the peak cough flow value after exercise in both groups, but the increase in the peak cough flow value in the Incentive Spirometry exercise was higher than the diaphragmatic breathing exercise.

Keywords: Incentive Spirometry, Diaphragmatic breathing exercises, Peak cough flow Post-Covid-19

**PENDAHULUAN**

Virus merupakan salah satu penyakit menular yang harus diwaspadai. Pada tanggal 31 Desember 2019, kasus pneumonia misterius yang tidak diketahui penyebabnya di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, Tiongkok. Dalam 3 hari pasien dengan kasus tersebut berjumlah 44 pasien dan terus bertambah jutaan kasus hingga saat ini.1,2 Pada tanggal 11 Februari 2020 World Health Organization (WHO) memberi nama baru Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS CoV-2) dan nama penyakitnya *Corona Virus Disease* 2019 (Covid-19). Pada tanggal 11 maret 2020, WHO secara resmi menyebut bahwa Covid-19 menjadi pandemi dunia.3,4

Kasus Covid-19 pertama di Indonesia pada tanggal 2 maret 2020 sebanyak 2 kasus dan terus bertambah. Puncak kasus Covid-19 pertama terjadi pada bulan Januari 2021 dengan kasus harian mencapai 14.000 kasus baru. Puncak kasus kedua terjadi di Bulan Juli 2021 mencapai 51.000 kasus baru dengan angka kematian 2000 kasus per hari.5 Sulawesi utara sendiri jumlah kasus sekitar 15.724 kasus positif dengan angka kematian sebanyak 537 kasus dilaporkan, yang meliputi 54,5% laki-laki dan 45,5% perempuan. Kasus paling banyak pada kelompok umur 19-45 tahun, 46-59 tahun dan diatas 60 namun yang paling banyak mendapatkan perawatan pasien dengan kelompok umur diatas 46 tahun dan angka kematian cukup tinggi pada pasien diatas 60 tahun.6

Dari penelitian yang dilakukan oleh Greenhalg dkk (2020) menyebutkan bahwa sekitar 10% pasien yang menderita Covid-19 di Inggris 2 yang telah dites positif untuk virus SARS-CoV-2 telah memiliki gejala hingga melebihi tiga minggu, dan kurang dari 10% populasi pasien masih mengalami gejala hingga berbulan-bulan. Studi lainnya yang dilakukan di Amerika Serikat menyebutkan bahwa dari seluruh pasien yang dirawat dengan Covid-19, hanya 65% pasien yang telah sembuh total, sisanya mengalami berbagai keluhan pasca-Covid-19.7

Klasifikasi penyakit berdasarkan tingkat keparahan Covid-19 dibagi menjadi ringan, sedang dengan pneumonia, berat dengan pneumonia, dan gawat yang dapat bermanifestasi sebagai ARDS (*Acute Respiratory Distress Syndrome*), sepsis, syok sepsis, dan trombosis akut.8,9 Gejala sisa yang biasanya ditemukan pasca-Covid-19, yaitu: *fatique*, sesak napas, batuk, nyeri otot, nyeri dada, rhinitis, produksi sputum, hilang napsu makan, dan myalgia.10 Kemampuan batuk pasca Covid-19 sangat penting untuk mekanisme pertahanan dan mengeluarkan sekret atau partikel asing dari jalan napas.11

Batuk terdiri dari tiga fase yaitu fase inspirasi, kompresif dan ekspulsif dan dapat diukur dengan *Peak Cough Flow* (PCF). Penurunan fungsi paru dan kemampuan untuk batuk mendorong diperlukannya rehabilitasi paru berupa latihan pernapasan diafragma dan *Incentive spirometry* (IS) yang bisa dilakukan secara langsung ataupun melalui telerehabilitasi pasca-Covid-19.12

*Incentive spirometry* merupakan salah satu intervensi rehabilitasi pada pasien dengan disfungsi pernapasan yang menggunakan Teknik assisted cough dan deep breathing untuk meningkatkan ekspansi paru-paru dan mencegah komplikasi paru pada anak-anak dan orang dewasa.13 IS adalah perangkat yang mengarahkan pasien dengan umpan balik visual terhadap volume udara yang dihirup selama *deep breathing* yang dapat meningkatkan produksi surfaktan sehingga mengurangi tegangan permukaan, meningkatkan daya kembang (compliance) paru, menurunkan kerja pernapasan dan mencegah alveoli yang kolaps untuk mencegah atelektasis.14

Latihan pernapasan diafragma (LPD) digunakan untuk meningkatkan penurunan diafragma saat menghirup dan kenaikan diafragma saat ekspirasi. Efek yang menguntungkan dari pernapasan diafragma adalah inflasi alveoli, membalikkan hipoksemia pascaoperasi, peningkatan ventilasi dan oksigenasi, penurunan kecepatan kerja pernapasan, dan peningkatan tingkat kecepatan pernapasan, dan meningkatkan kemampuan pergerakan diafragma.15,16 Menurut Fransiska T dkk (2012) antara latihan otot pernapasan dengan IS dan latihan kontrol pernapasan dapat meningkatkan kapasitas inspirasi maksimum, skala penilaian dispnea dan kualitas hidup pada penderita PPOK setelah 8 minggu.17

Menurut Siddiq A dkk (2020) dalam *scoping review* rehabilitasi pulmonal baik secara langsung maupun *telemedicine* yang terdiri dari latihan pernapasan diafragma, *pursed lip breathing, resistance breathing training*, mobilisasi dini, *airway clearance*, latihan aerobik dapat memperbaiki fungsi respirasi dan kualitas hidup, menurunkan kecemasan serta meningkatkan kapasitas fungsional.18 Menurut penelitian Reyes A Dkk (2018) pada pasien parkinson mendapatkan hasil bahwa program latihan otot ekspirasi lebih bermanfaat daripada program latihan otot inspirasi dilihat dari nilai tekanan ekspirasi maksimum dan nilai PCF.19 Shety dkk (2021) melakukan penelitian pada 42 pasien stroke sub akut di india yg dibagi dlm 3 kelompok (latihan pernapasan diafragma, flow incentive spirometry, volume oriented incentive spirometry) terjadi peningkatan fungsi paru maupun nilai MEP 4 & MIP pada kelompok dg IS. Menurut Magda dkk (2019) melaporkan terjadi peningkatan fungsi paru pada anak CP yang mendapatkan Latihan IS selama 4 minggu perlakuan dibandingkan kelompok kontrol.20

**METODE PENELITIAN**

Penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian dengan *the control group pretest posttest design* untuk mengetahui perbandingan antara latihan *Incentive Spirometry* dan latihan pernapasan diafragma terhadap nilai *peak cough flow* pasca-Covid-19.

Kriteria inklusi penelitian yaitu penderita Covid-19 dengan gejala ringan dan sedang, pasca-Covid-19 > 1 bulan – 3 bulan, laki-laki atau perempuan berusia antara 40-65 tahun, dapat memahami dan mengikuti instruksi verbal dengan baik, bersedia mengikuti penelitian ini dengan menandatangani lembar persetujuan setelah mendapat penjelasan secara lisan dan tertulis. Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu penderita dengan keluhan sesak napas (respirasi > 28x/menit, SpO2 < 95%) dan tekanan Darah >160/100mmHg, dan untuk kriteria drop out yaitu pasien yang tidak melakukan program latihan 3 kali berturut-turut atau lebih dari 3 kali selama program latihan atau Subyek menyatakan mengundurkan diri.

Semua Subyek penelitian yang telah bersedia, datang ke Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R.D. Kandou Manado yang memenuhi kriteria penelitian, kemudian diberikan penjelasan mengenai tujuan, manfaat dan prosedur penelitian dan Subyek menandatangani persetujuan penelitian.

Pengambilan data karakteristik Subyek (nama, umur dan jenis kelamin), pemeriksaaan Subyektif (anamnesis), dan pemeriksaan fisik (Pengukuran berat dan tinggi badan, denyut nadi, tekanan darah, saturasi oksigen, dan pemeriksaan lain yang diperlukan untuk mengetahui kriteria eksklusi dan inklusi. Semua data dicatat dalam lembar pengumpulan data.

Pengukuran PCF dengan alat Mini Wright Peak Flow Meter sesuai prosedur dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan pada Subyek dalam kelompok 1 dan 2 , PCF diukur dengan menggunakan Mini Wright PFM yang terstandarisasi. Pengukuran PCF dilakukan dengan posisi Subyek duduk, letakkan *mouthpiece* ke dalam mulut di antara gigi dengan bibir terkatup rapat-rapat mengelilingi *mouthpiece*, lakukan napas biasa 3 kali. Setelah melakukan inspirasi maksimal, Subyek batuk melalui *mouthpiece* alat PFM. Subyek melakukan maneuver ini tiga kali, diambil nilai tertinggi.

Subyek yang termasuk dalam kriteria inklusi dibagi menjadi 2 kelompok yaitu Kelompok 1 latihan penguatan otot inspirasi dengan volume oriented Incentive spirometry, kelompok 2 latihan pernapasan diafragma. Program latihan dilakukan di rumah dan di monitor dengan telepon maupun video call. Kedua latihan dilakukan 6 kali seminggu dalam 4 minggu.

Subyek dalam kelompok 1 mengikuti latihan IS dengan frekuensi 2x set latihan/sehari, 20x repetisi dalam 1 set latihan, istirahat antara repetisi 5 detik, Program latihan mencakup:

- Pasien diinstruksikan untuk duduk dalam posisi tegak, alat Volume oriented incentive spirometry dipegang dengan salah satu tangan pada posisi duduk.

- Letakkan mouthpiece ke dalam mulut di antara gigi dengan bibir terkatup rapat-rapat mengelilingi mouthpiece, lakukan napas biasa 3 kali.

- Tarik nafas perlahan dan sedalam mungkin. Perhatikan piston kuning naik ke arah atas kolom. Indikator kuning harus mencapai area garis biru yang menunjukkan ukuran tinggi volume. Semakin tinggi indikator kuning maka semakin tinggi pula ukuran volume yang dicapai.

- Tahan nafas Anda selama mungkin (setidaknya selama 5 detik). Kemudian buang nafas perlahan dan biarkan piston jatuh ke dasar kolom sebelum melakukan repetisi berikutnya

- Lepaskan mouthpiece dari mulut dan dianjurkan untuk batuk setelah menyelesaikan latihan.

- Latihan dapat dihentikan jika terasa pusing dan sesak.

Subyek dalam kelompok 2 mengikuti LPD dengan frekuensi 2x set latihan /hari, 1 set latihan dengan 6x siklus bernapas. Program latihan mencakup:

- Pasien mengambil posisi semi-fowler (punggung dan kepala ditopang dengan penuh dan dinding perut kendor) dan melakukan pernafasan diafragma.

- Terapis meletakkan tangannya tepat di bawah margin kosta anterior, pada rektus abdominis, sementara pasien diinstruksikan untuk menarik nafas perlahan dan dalam dari hidung, dari kapasitas sisa fungsional sampai ke kapasitas total paru-paru dengan menahan inspirasi selama tiga detik.

- Pasien kemudian diinstruksikan untuk mengendurkan bahu, menjaga agar dada bagian atas tetap tenang agar perut sedikit terangkat.

- Pasien kemudian diinstruksikan untuk menghembuskan nafas perlahan melalui mulut.

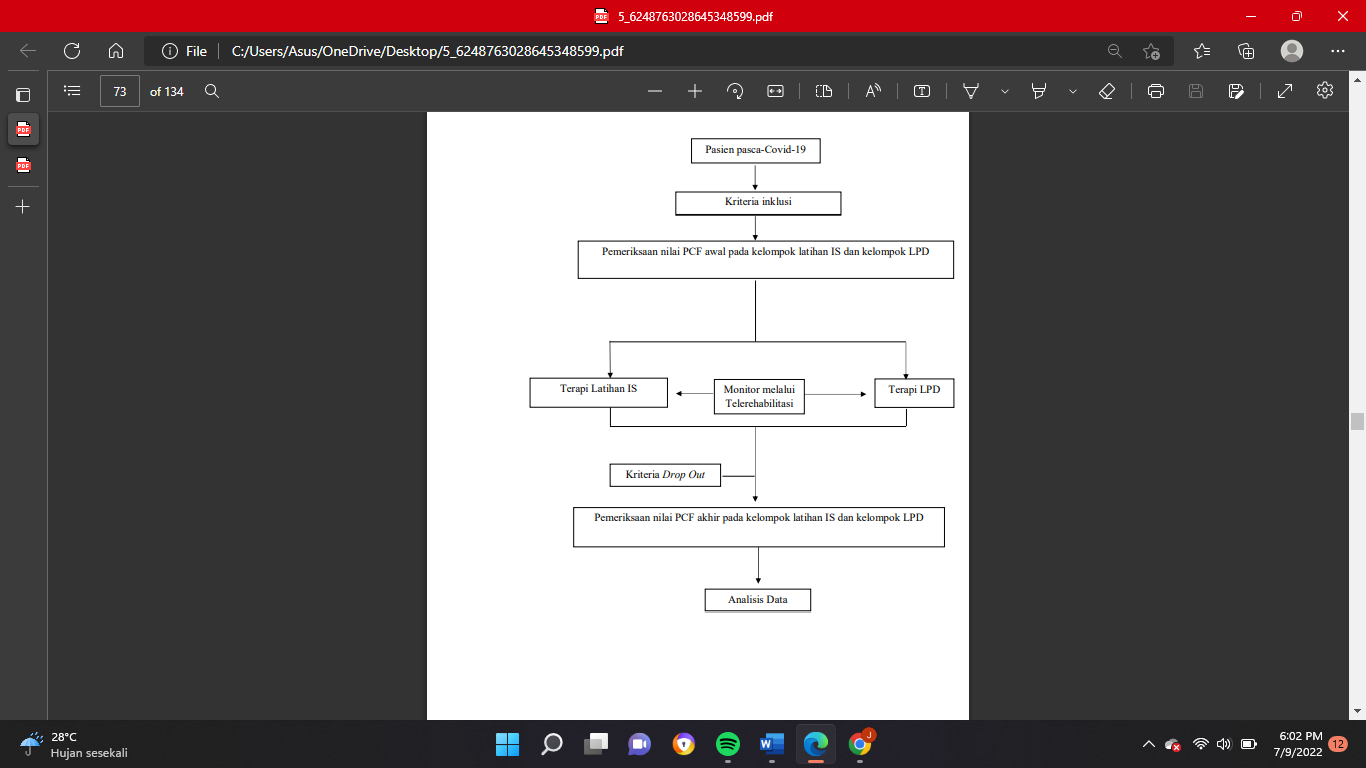
- Pasien dibuat untuk mengalami sedikit naik dan turunnya perut selama inspirasi dan ekspirasi, dengan menempatkan tangannya sendiri di bawah margin kosta anterior.

- Di sela-sela pengulangan latihan pernafasan diafragma, pasien disuruh bernafas normal.

Setelah perlakuan dilakukan evaluasi pasca perlakuan 1 hari setelah program latihan terakhir dengan bahan evaluasi yang sama seperti evaluasi pra perlakuan kemudian dilakukan analisis data.

**ANALISIS DATA**

1.Analisis deskriptif untuk karakteristik Subyek dalam bentuk tabel distributif dan ukuran pemusatan (rerata, simpangan baku, minimum, dan maksimum).



Gambar 1. Alur Penelitan

2. Uji perbedaan pre-post PCF pada kelompok kontrol dan kelompok kasus. Uji normalitas data menggunakan uji data Shapiro-Wilk. Jika data PCF pada kedua kelompok (pre-post) berdistribusi normal maka digunakan Uji t berpasangan, jika ada data yang tidak berdistribusi normal, maka digunakan Uji Peringkat Bertanda Wilcoxon.

3. Untuk membandingkan nilai PCF pada kedua kelompok (Kontrol dan Kasus) digunakan Uji t tidak berpasangan bila data PCF kedua kelompok berdistribusi normal. Jika ada data PCF tidak berdistribusi normal, maka digunakan Uji Mann-Whitney.

4. Nilai kemaknaan yang digunakan p = 0.05

5. Pengolahan data menggunakan program SPSS 26.

**HASIL PENELITIAN**

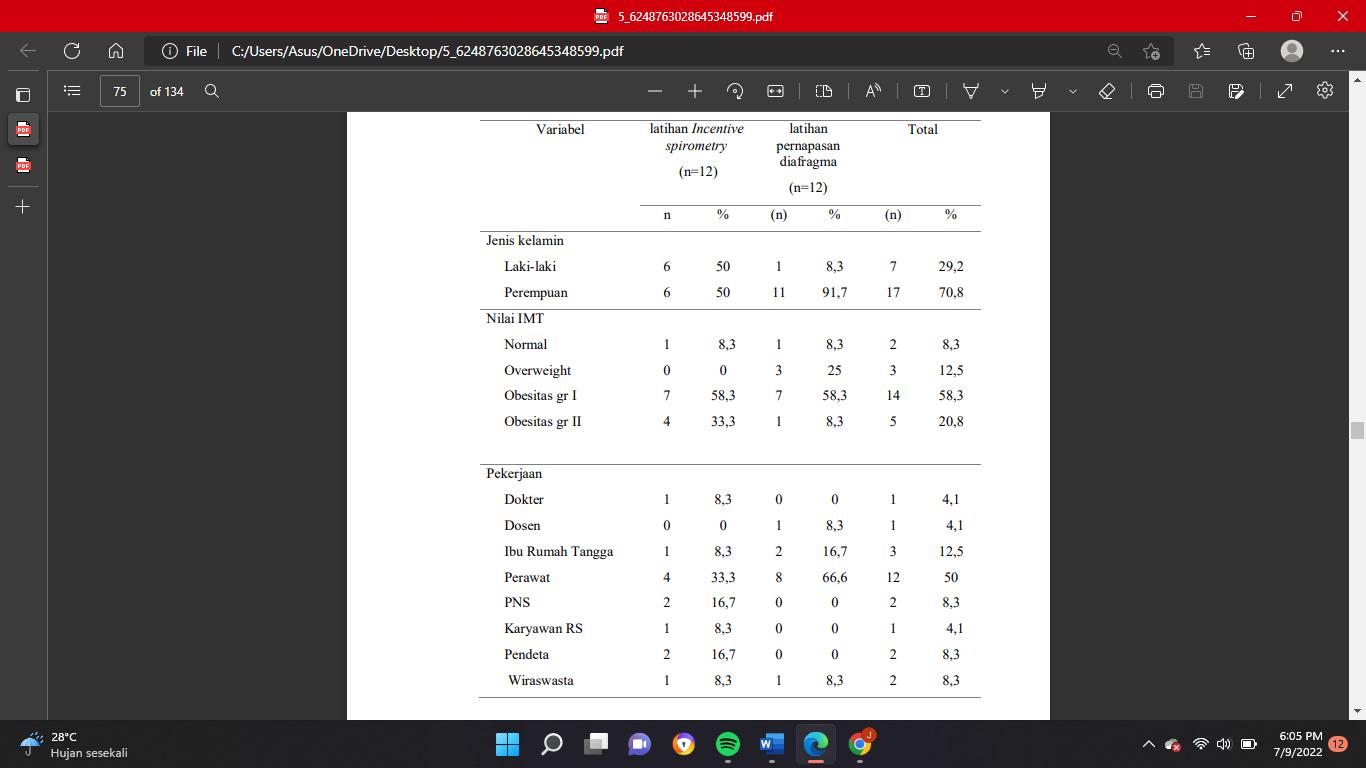
Subyek penelitian yang berjumlah 24 orang adalah pasien pasca-Covid-19 yang datang ke Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado dari bulan Agustus sampai dengan bulan Oktober 2021. Penelitian ini melibatkan 24 orang Subyek yang memenuhi kriteria inklusi dan bersedia mengikuti penelitian, yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok latihan IS (12 Subyek) dan kelompok LPD (12 Subyek).

Usia Subyek pada penelitian ini dibatasi antara usia 40-65 tahun, didapatkan hasil rerata usia Subyek, yaitu 53,79 tahun, dengan simpang baku sebesar 6,136, gambaran karakteristik Subyek berdasarkan jenis kelamin komposisinya sama banyak laki-laki dan perempuan pada kelompok latihan IS sedangkan pada 61 kelompok LPD didominasi oleh perempuan (91,7%). Berdasarkan jenis pekerjaan, sebesar (33,3%) perawat, pada kelompok latihan IS, (16,7%) masing masing untuk PNS dan pendeta, sisanya dokter, IRT, Pegawai RS dan wiraswasta (8,3%) sedangkan pada kelompok latihan pernapasan diafragma (66,6 %) perawat, IRT (16,7%) dan dosen serta wiraswasta masing-masing 8,3%. (Tabel 1).

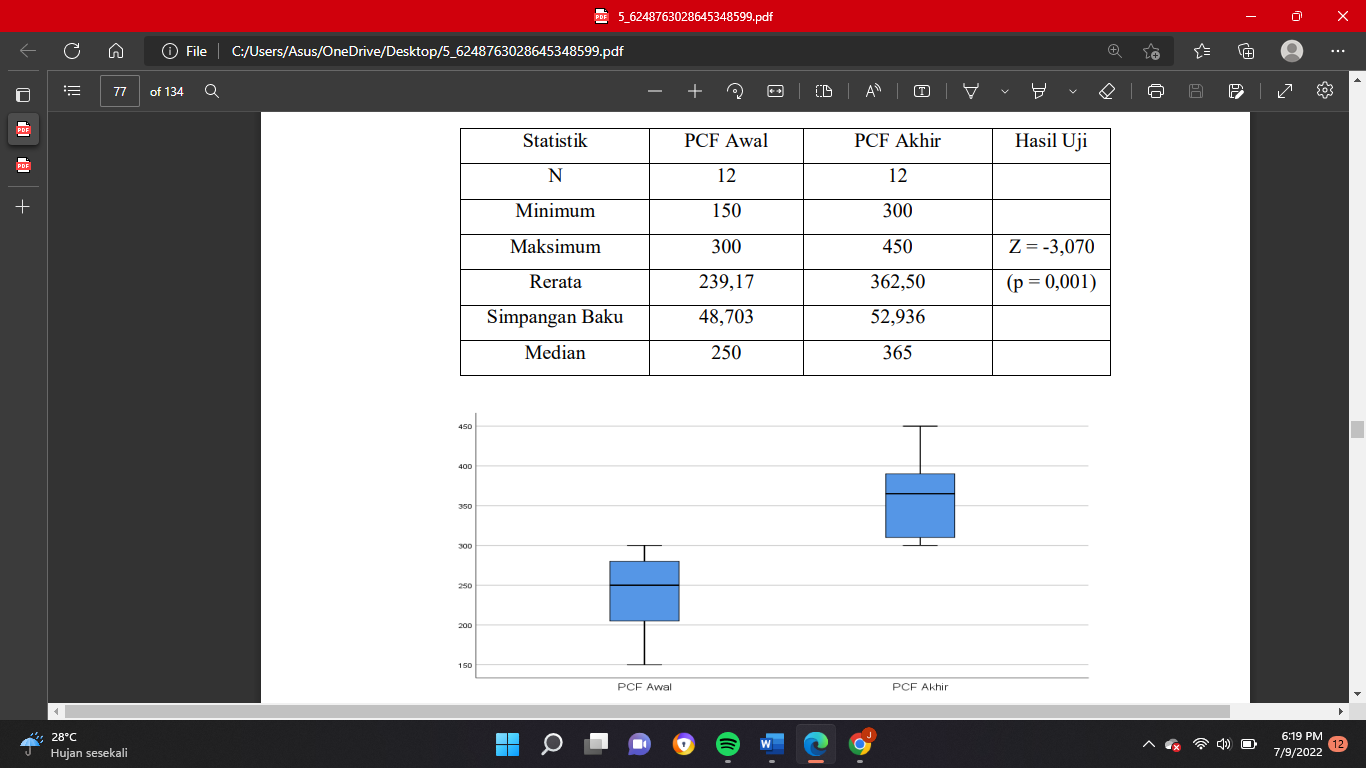
**Pengujian Pengaruh Latihan *Incentive Spirometry* Terhadap PCF**

Berdasarkan analisis data dengan menggunakan bantuan Program SPSS diperoleh data statistik variabel pengamatan PCF awal dan akhir pada latihan IS sebagai berikut (Tabel 2) Dari hasil pengujian kenormalan data PCF (terlampir), menunjukkan data PCF ternyata tidak menyebar normal, sebab memiliki nilai p = 0,040 < 0,05.

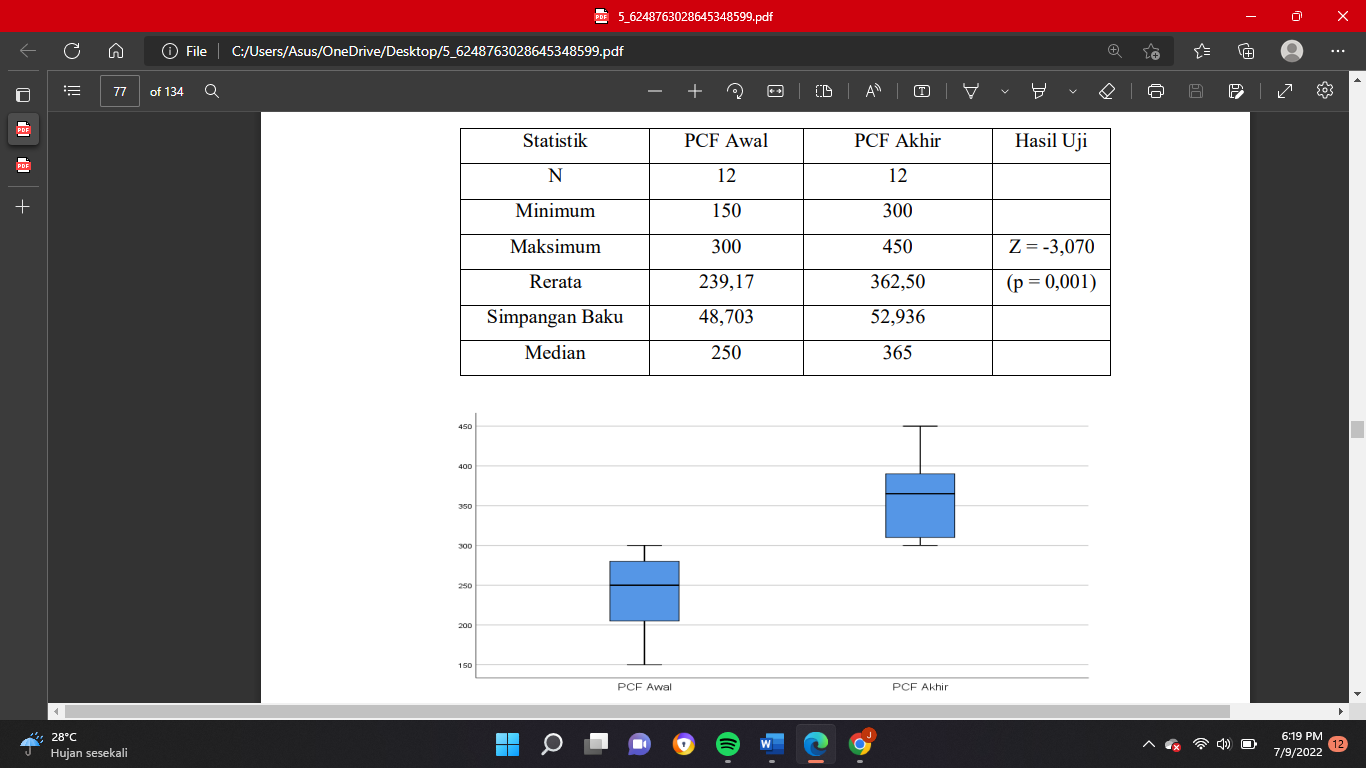
Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks pada (Tabel 2) menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat bermakna antara nilai median PCF awal dan nilai median PCF akhir pada latihan IS (Z = -3,070 dengan nilai p = 0,001). Jika pada awal (sebelum diberi latihan) nilai median PCF = 250, maka sesudah latihan nilai median PCF = 365. Jadi terjadi peningkatan yang sangat bermakna PCF pascalatihan. Secara grafik peningkatan PCF awal dan akhir latihan dapat dilihat pada (Gambar 2).



Tabel 1. Karakteristik subyek penelitian



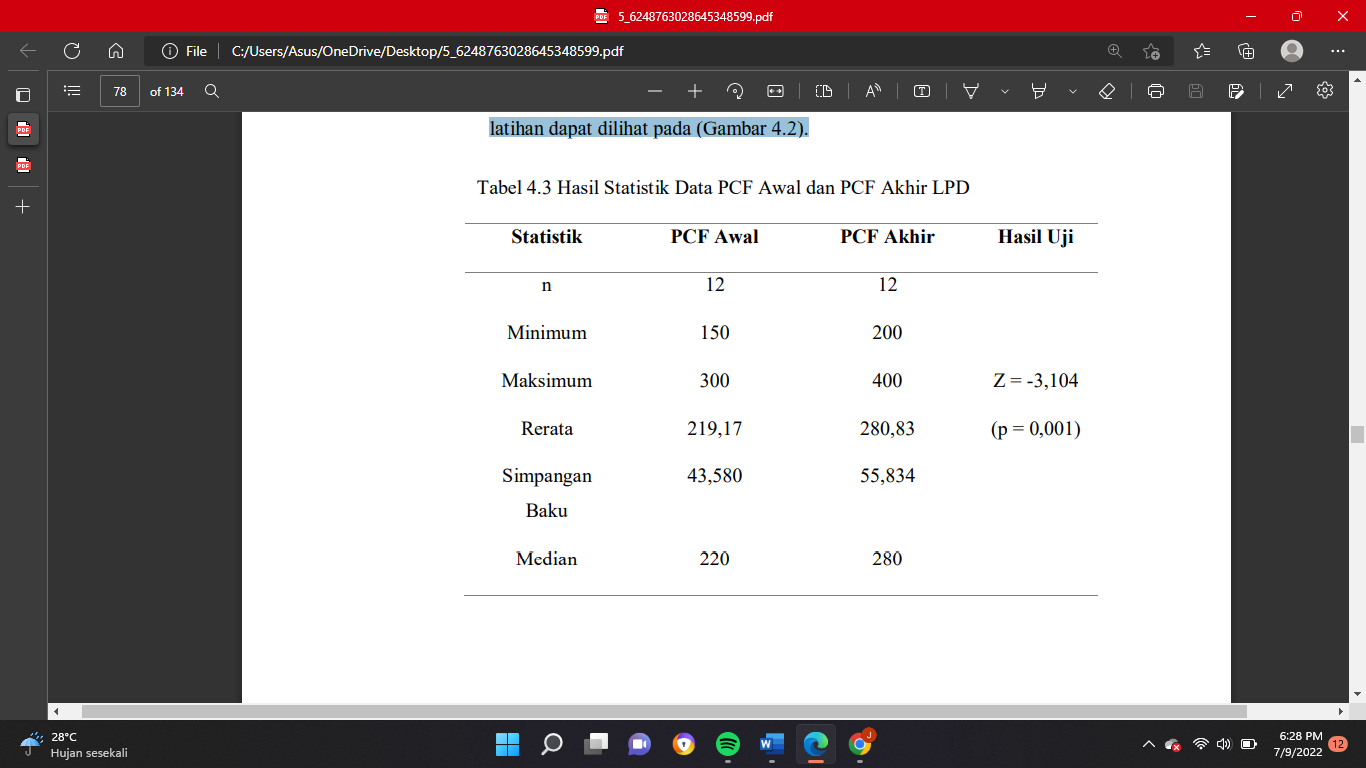
Tabel 2. Hasil Statistik Data PCF Awal dan Akhir latihan *Incentive spirometry*



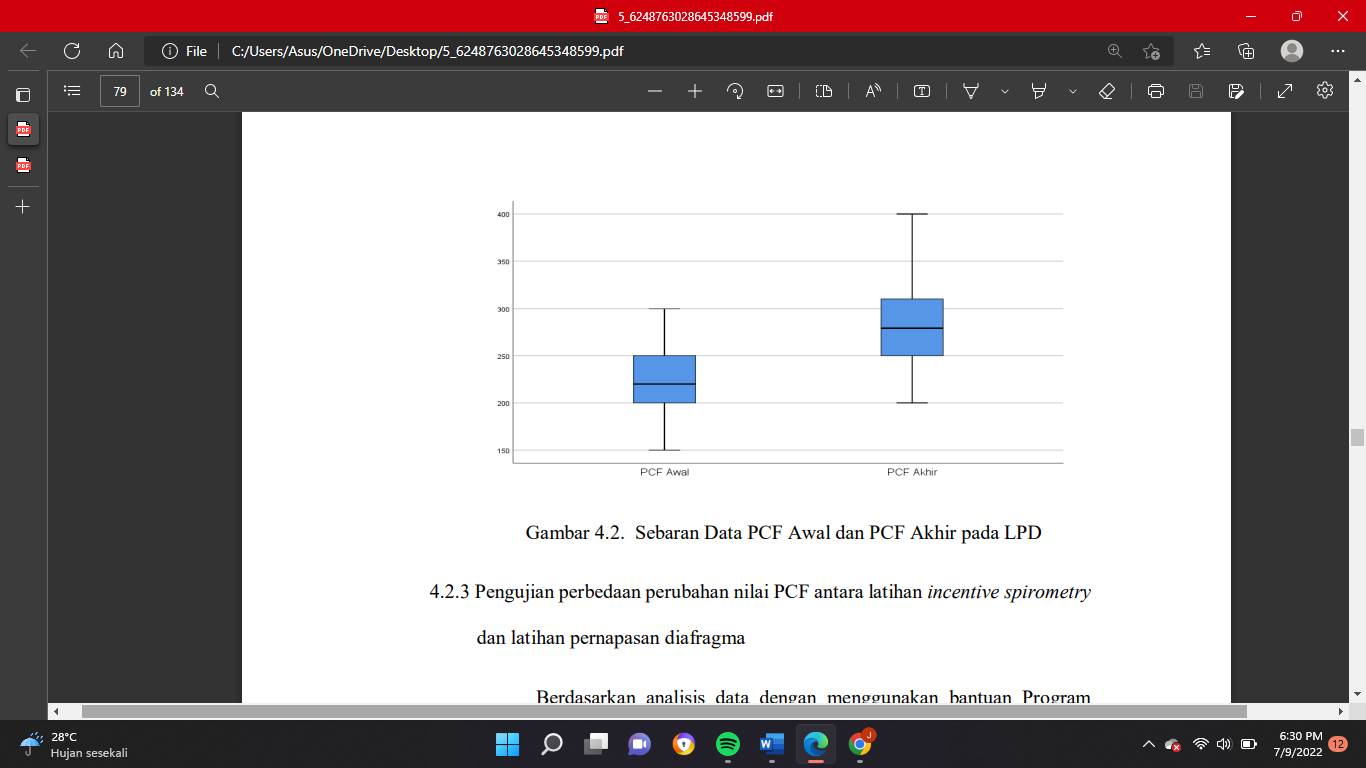
Gambar 2. Sebaran Data PCF Awal dan PCF Akhir pada latihan IS

**Pengujian Latihan Pernapasan Diafragma Terhadap PCF**

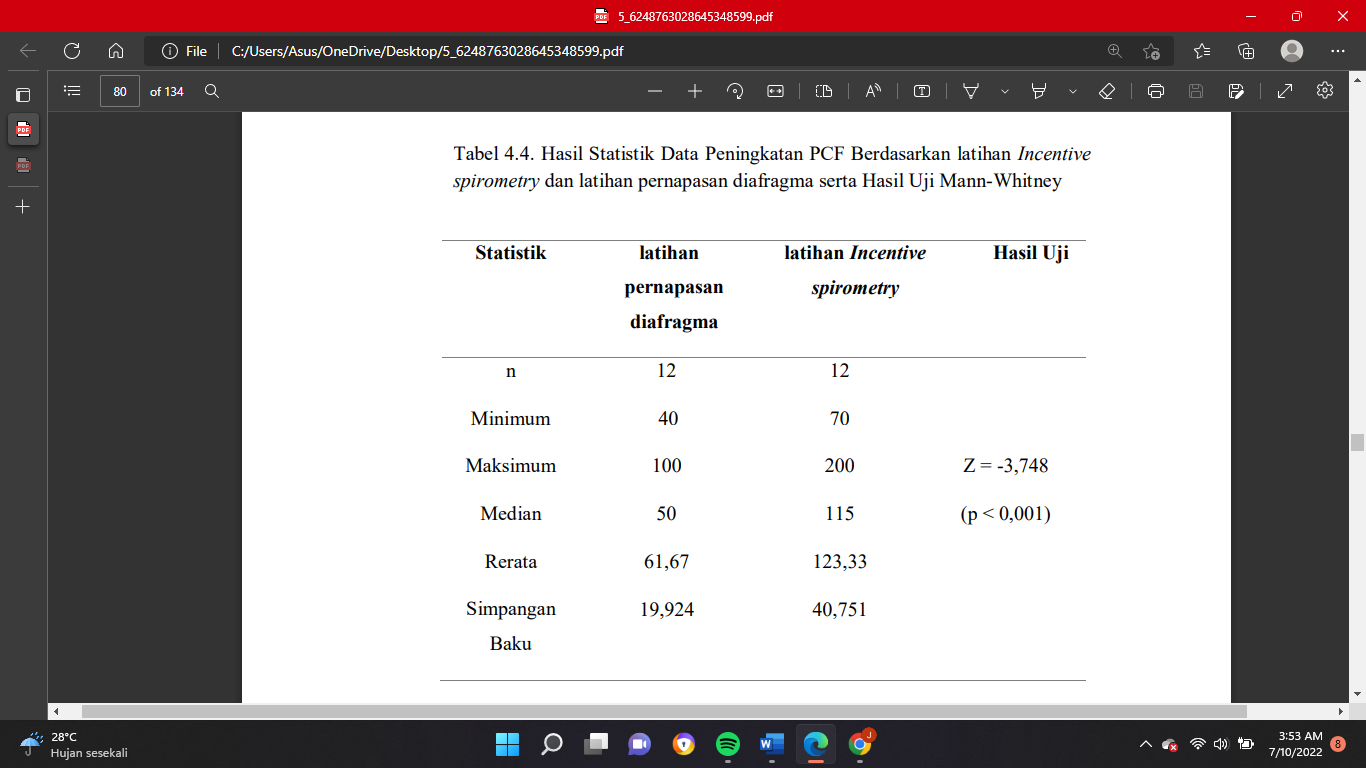
Berdasarkan analisis data dengan menggunakan bantuan Program SPSS diperoleh data statistik variabel pengamatan PCF awal dan akhir pada latihan pernapasan diafragma sebagai berikut. Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks pada (Tabel 3) menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat bermakna antara nilai median PCF awal dan nilai median PCF akhir pada LPD (Z = -3,104 dengan nilai p = 0,001). Jika pada awal (sebelum diberi latihan) nilai median PCF = 220, maka sesudah latihan nilai median PCF = 280. Jadi terjadi peningkatan yang sangat bermakna PCF pascalatihan.



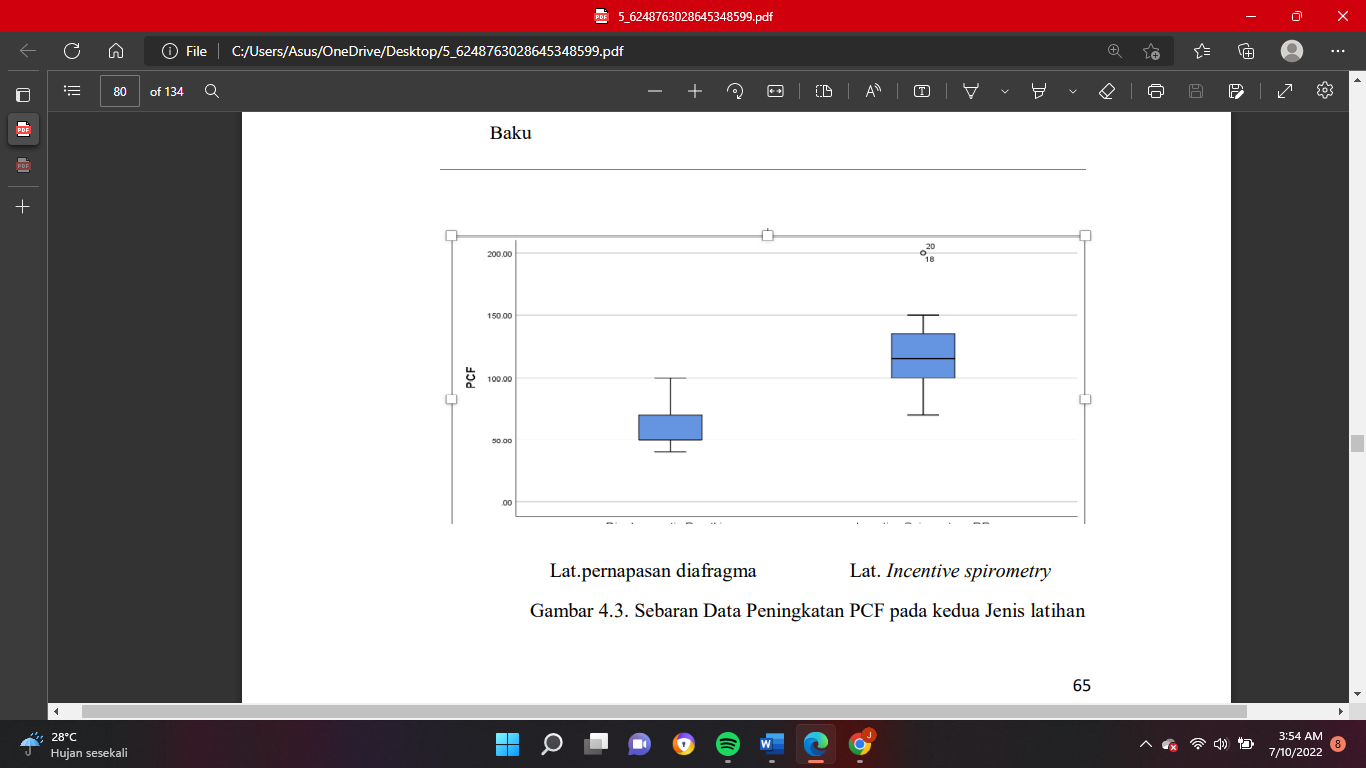
Tabel 3. Hasil Statistik Data PCF Awal dan PCF Akhir LPD



Gambar 3. Sebaran Data PCF Awal dan PCF Akhir pada LPD



Tabel. 4 Hasil Statistik Data Peningkatan PCF Berdasarkan latihan Incentive spirometry dan latihan pernapasan diafragma serta Hasil Uji Mann-Whitney



Gambar 4. Sebaran Data Peningkatan PCF pada Kedua Jenis latihan

**Pengujian Perbedaan Perubahan Nilai PCF Antara Latihan *Incentive Spirometry* Dan Latihan Pernapasan Diafragma**

Hasil Uji Mann-Whitney dapat dilihat pada (Tabel 4), menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat bermakna antara nilai median latihan IS dengan nilai median LPD, sebab diperoleh nilai Z = -3,748 dengan nilai p < 0,001. Nampak pada Tabel 4.4, peningkatan nilai median latihan IS adalah 115, sedangkan pada LPD adalah 50. Jadi, peningkatan PCF pada latihan IS lebih tinggi daripada LPD 65 Secara grafik peningkatan PCF pada kedua jenis latihan dapat dilihat pada Gambar 4.

**Diskusi**

Sesuai kriteria inklusi pada penelitian, subjek yang ikut serta dalam penelitian memiliki rentang usia 40-65 tahun didapatkan rerata usia 53,79 ± 6,136 tahun. Hal ini tidak menunjukan adanya perbedaan yang bermakna, namun usia subjek penelitian ini dibatasi karena perbedaan sebaran usia pada subjek penelitian kemungkinan bisa mempengaruhi hasil penelitian.

Menurut Guyton dan Hall (2007), terjadi penurunan elastisitas alveoli, penebalan kelenjar bronchial, penurunan kapasitas paru, dan peningkatan ruang selama proses penuaan.46 Li dkk (2021) meneliti tentang program telerehabilitasi pada 120 pasien pasca-covid-19 rentang usia 17-75 tahun mendapatkan perubahan yang signifikan pada fungsi paru, kapasitas fungsional dan kualitas hidup.118 Liu dkk (2020) membandingkan pasien pasca-covid usia menengah (40-60 tahun) dan lanjut usia (diatas 60 tahun) komplikasi dan angka kematian pada pasien lansia lebih tinggi dikarenakan pasien lanjut usia rentan terhadap disfungsi organ multi-sistem dan bahkan kegagalan perdarahan gastrointestinal, gagal ginjal, dan trombosis vena dalam.88 Pangestuti dkk (2015) menyatakan bahwa penurunan pada fungsi pernapasan yang ditinjau dari nilai Forced Expiratory Volume in one second(FEV₁) memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat usia. Sejak usia antara 35 sampai 40 tahun, jumlah penurunan rata-rata FEV1 adalah 25- 30 ml/tahun dan usia di atas 70 tahun mengalami jumlah penurunan 60 ml/tahun.119 Cardonso dkk (2012) dalam studinya menyatakan nilai PCF berbanding terbalik dengan usia. Semakin bertambah usia seseorang akan mengakibatkan penurunan nilai PCF.96

Hasil penelitian sesuai dengan analisis data Covid-19 Indonesia per tanggal 3 januari 2022 yang menyatakan bahwa penderita covid terbanyak (31,20%) ditemukan pada rentang usia 31-45 tahun, sisanya 25,67% pada usia 46-59 tahun dan 10,27% diatas usia 60 tahun. Penelitian yang dilakukan di Iran, insiden tertinggi pada kelompok usia 50-59 tahun dan terendah pada kelompok usia 0-9 tahun, menyatakan bahwa terdapat hubungan antara usia dengan kejadian covid. Di Sulawesi Utara kasus paling banyak adalah pada kelompok umur 19-45 tahun, kemudian 46-59 tahun, serta diatas usia 60 tahun. Pasien paling banyak mendapatkan perawatan adalah kelompok umur diatas 46 tahun, dan angka kematian juga cukup tinggi pada pasien diatas 60 tahun.5,6

Pada usia produktif paling berisiko terinfeksi Covid-19 karena mobilitas dan aktifitas sosial yang tinggi sedangkan pada usia lanjut cenderung berisiko memiliki masalah kesehatan jangka panjang yang berpengaruh pada sistem kekebalan tubuh yang cenderung melemah dengan bertambahnya usia membuat orangtua lebih sulit melawan infeksi.

**Pengaruh Terapi Latihan *Incentive Spirometry* Terhadap Nilai PCF Pasca Covid-19**

Pada hasil pengukuran PCF menunjukkan adanya perbedaan yang sangat bermakna sebelum dan sesudah latihan. Rerata PCF sesudah latihan (365 l/menit) lebih tinggi dibandingkan dengan nilai PCF sebelum latihan (250 l/menit) Dari hasil pengujian kenormalan data PCF, menunjukkan data PCF ternyata tidak menyebar normal, sebab memiliki nilai p = 0,040 < 0,05. Oleh sebab itu, pengujian perbedaan data PCF Awal dan PCF Akhir pada latihan IS atau untuk mengetahui pengaruh latihan IS terhadap PCF, diuji dengan Wilcoxon Signed Ranks Test. Uji ini menggunakan nilai median yang diperbandingkan sebab data PCF tidak menyebar normal. Hasil uji ini dapat dilihat pada Tabel 2 Secara statistik, dapat dibuktikan peningkatan nilai PCF adalah signifikan dengan uji Uji Wilcoxon signed ranks.

Pada pengukuran PCF, dua belas subjek mengalami peningkatan dari nilai rata-rata PCF 239,17 l/menit (sebelum latihan) menjadi 362,50 l/ menit (sesudah latihan). Penilaian statistik untuk PCF didapatkan perbedaan sangat bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis H1 diterima dan HO ditolak, yang berarti latihan IS meningkatkan nilai PCF pasca-Covid-19. Pembersihan sekret yang tidak memadai berkaitan dengan batuk yang tidak efektif dapat menyebabkan berbagai komplikasi pernapasan pada pasien Covid-19.121

Selain itu, otot-otot pernapasan yang melemah yang tidak dapat sepenuhnya mengembangkan paru-paru hingga mencapai kapasitas maksimum, penyebaran mikroatelektasis di paru dapat menyebabkan penurunan komplians dinding dada dengan pemendekan ataupun fibrosis dari otot-otot yang melemah.122 Ketika kekuatan batuk berkurang, terjadi gangguan pembersihan sekresi yang menghasilkan sumbatan mukus sehingga menyebabkan komplikasi seperti atelektasis atau pneumonia.

Latihan otot pernapasan merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kemampuan batuk pada pasien dengan kelemahan otot pernapasan. Sebagaimana diketahui dalam mekanisme batuk otot-otot respirasi sangat berfungsi dalam proses batuk itu sendiri. Otot inspirasi membantu pada saat fase inspirasi, subjek normal dapat meningkatkan volume tidal sebelum batuk menjadi 85-90% dari inspirasinya. Selama fase kompresi, gaya ekspirasi terhadap glotis yang tertutup mengakibatkan peningkatan tekanan pleura dan alveolus yang cepat. Kontraksi otot-otot ekspirasi dengan glotis terbuka dengan kuat mengeluarkan udara dari paru-paru pada fase ekspulsi.sehingga dapat menghasilkan aliran batuk fungsional.123

Dalam penelitian ini menunjukkan pada variabel pengamatan terdapat perbedaan nilai PCF yang sangat bermakna antara sebelum dan sesudah latihan. Hal ini membuktikan bahwa latihan dengan menggunakan IS efektif untuk meningkatkan nilai peak cough flow pasca-Covid-19.

Latihan IS dapat meningkatkan kekuatan otot inspirasi dan volume paru setelah inspirasi maksimal. Peningkatan kekuatan otot terjadi akibat perubahan pada sistem saraf (adaptasi neural) dan meningkatnya massa otot. Adaptasi neural yang terjadi adalah akibat berkembangnya kemampuan merekrut motor unit, berubahnya firing rate motor neuron, memperkuat sinkronisasi motor unit ketika dilakukan pola gerakan tertentu (latihan), dan kemudian menyingkirkan inhibisi neural. Keseluruhan proses yang terjadi pada adaptasi neural ini menghasilkan peningkatan kekuatan otot.124

Respon latihan penguatan pada otot dapat meningkatkan massa otot yang dilatih melalui peningkatan ukuran serat otot (hipertrofi) baik tipe I dan II, dan peningkatan jumlah total serat otot (hiperplasia). Namun, ternyata respon latihan yang menyebabkan hiperplasia pada serat otot hanyalah 5%-10% saja, dan hipertrofi adalah 90% - 95%.

Latihan penguatan yang menghasilkan hipertrofi merupakan proses bertahap dan terdapat bukti dapat terjadi dalam 3 minggu latihan.124 Keadaan ini akan berpengaruh pada elastisitas rekoil paru sehingga dapat memperbaiki efisiensi napas sehingga menurunkan derajat sesak yang kemudian meningkatkan aktivitas kehidupan sehari-hari. Ada peningkatan lebih dalam pada kekuatan otot inspirasi yang dilatih dengan IS, membantu tingkat pertukaran gas yang efektif serta peningkatan kekuatan otot pernapasan.64,125

Menurut Joshi dkk (2012) penggunaan IS pada pasien post akut tetraplegia di Jaipur, dapat meningkatkan kemampuan fungsi batuk dan kekuatan otot pernapasan. Kelemahan otot inspirasi dan ekspirasi menyebabkan penurunan efektivitas batuk karena gangguan kompresi dinamik yang diinduksi batuk yang menyebabkan penurunan aliran udara yang tercermin dari rendahnya laju aliran ekspirasi puncak batuk.126 Sejalan dengan penelitian Reyes dkk pada pasien Parkinson latihan otot inspirasi memiliki efek pada nilai *voluntary peak cough flow* yang menunjukkan bahwa peningkatan nilai ini, dapat dikaitkan dengan peningkatan tekanan yang dikembangkan oleh otot inspirasi pada saat fase inspirasi, serta otot ekspirasi selama fase kompresi batuk, yang akhirnya menyebabkan peningkatan aliran ekspirasi. selama batuk volunter.

Beberapa faktor berkontribusi terhadap efikasi batuk dan kelemahan otot inspirasi yang memiliki efek berbeda pada aliran udara saat batuk.19 Menurut Kaneko H dkk (2022) latihan penguatan otot inspirasi dan latihan batuk pada orang tua dapat meningkatkan nilai peak cough flow selama 4 minggu latihan dibandingkan dengan kelompok kontrol pada pasien stroke akut dapat memperbaiki nilai peak cough flow.127 Dengan latihan IS dapat mengurangi komplikasi paru yang sebagian besar disebabkan oleh penurunan kapasitas inspirasi dan retensi kronis sekresi karena penurunan tekanan dan aliran ekspirasi juga meningkatkan koordinasi neuromuskular.125

Pada fase inspirasi dengan menggunakan IS akan terjadi ekspansi toraks yang menurunkan tekanan pleura yang diteruskan ke alveoli. Gradien tekanan trans respirasi akan tercipta antara alveolus dan pembukaan jalan napas yang menyebabkan udara mengalir dari alveolus. Untuk tingkat pertukaran gas yang efektif, kekuatan pompa otot pernapasan adalah penting. Selama ekspirasi spontan, recoil dinding dada, yang membalikkan gradien transrespirasi sehingga tekanan alveolus naik di atas tekanan atmosfer yang menyebabkan gas mengalir dari alveolus ke atmosfer.128,129

**Pengaruh Terapi Latihan Pernapasan Diafragma Terhadap Nilai PCF Pasca-Covid-19**

Pada Tabel 3 terlihat peningkatan sangat bermakna pada nilai PCF dengan nilai rata-rata 219,17 l/menit (sebelum latihan) menjadi 280,83 l/menit (sesudah latihan). Secara statistik, hasil pengujian kenormalan data dengan Uji Shapiro-Wilk (terlampir), menunjukkan data nilai PCF ternyata tidak menyebar normal, sebab memiliki nilai p =0,005 < 0,05. Oleh sebab itu, pengujian perbedaan data sebelum dan sesudah latihan Diafragma, diuji dengan Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks pada Tabel 3 menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat bermakna antara nilai median sebelum dan sesudahdiberi LPD (t = -3,104 dengan nilai p = 0,001). Jika pada awal (sebelum diberi latihan) nilai rerata = 359,36 meter, terjadi peningkatan yang sangat bermakna pada nilai PCF pascalatihan pernapasan diafragma.. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis H1 diterima dan HO ditolak, yang berarti latihan pernapasan diafragma meningkatkan nilai PCF pasca-Covid-19.

Proses inspirasi terjadi ketika dada mengembang, paru-paru ikut mengembang sehingga penurunan tekanan yang menyebabkan peningkatan ada volume paru dan udara masuk ke dalam paru-paru. Proses respirasi terjadi ketika dada mengecil, paru-paru ikut mengecil, sehingga terjadi peningkatan tekanan, menyebabkan volume paru mengecil dan udara keluar dari paru-paru.46 Menurut Pangestuti dkk (2015) LPD mampu meningkatkan nilai PEFR dan menurunkan RR pada pasien asma. Pada saat melakukan LPD, proses inspirasi terjadi kontraksi otot diafragma, sehingga volume thoraks membesar. Hal ini menyebabkan tekanan intrapleura menurun dan paru mengembang, sehingga tekanan intraalveoli menurun dan udara masuk kedalam paru.

Proses ekspirasi dimulai dari relaksasi otot diafragma, sehingga volume thorak mengecil mengakibatkan tekanan intrapleura meningkat dan volume paru mengecil, sehingga tekanan intraalveoli meningkat dan udara bergerak ke luar paru.119 Hal ini sejalan dengan Kai Liu dkk (2020) yang melaporkan pemberian program rehabilitasi respirasi pada pasien rawat jalan Covid-19 usia diatas 65 tahun menunjukkan perbaikan signifikan terhadap fungsi respirasi, kualitas hidup, dan kapasitas fungsional setelah intervensi terapi selama 6 minggu. Salah satu dari program rehabilitasi tersebut adalah latihan pernapasan diafragma. 87

Menurut cahalin dkk (2002) latihan pernapasan diafragma dapat menurunkan dyspnea karena dapat meningkatkan ekskursi diafragma dan secara simultan mengurangi penggunaan otot aksesori (yang memberikan kontribusi besar untuk kerja pernapasan) dan koreksi gerakan dinding dada yang abnormal.81 Latihan pernapasan diafragma dapat meningkatkan otot ekspirasi sehingga mampu mengeluarkan udara yang terperangkap di dalam paru-paru. Shine dkk (2016) dalam penelitiannya mengemukakan latihan pernapasan diafragma berperan penting dalam meningkatkan nilai *peak expiratory flow rate* pada pasien asma di india yang dilakukan 5 hari per minggu selama 6 minggu.129 Latihan ini berhubungan dengan otot pernapasan, terutama diafragma dan otot dinding perut, yang bermain peran penting dalam menjaga fungsi pernapasan sehingga mampu menurunkan dyspnea karena dapat meningkatkan ekskursi diafragma dan secara simultan mengurangi penggunaan otot aksesori (yang memberikan kontribusi besar untuk kerja pernapasan) dan koreksi gerakan dinding dada yang abnormal. Selain itu, berperan sebagai tepi bawah toraks. Kontraksi diafragma menarik otot kebawah, meningkatkan ruang toraks dan secara aktif mengembangkan paru. Apabila kerja otot diafragma dapat maksimal maka pasien dapat mengambil napas lebih dalam dan lebih efektif sehingga dapat mempertahankan ekspansi paru. Kerja otot yang maksimal dapat meningkatkan recoil dan compliance paru, yang dapat meningkatkan pula arus puncak ekspirasi yang dinamakan *peak ekspiratory flow*.46,121,123

**Perbandingan Nilai Pcf Antara Latihan Incentive Spirometry Dengan Latihan Pernapasan Diafragma Pasca-Covid-19**

Berdasarkan analisis data dengan menggunakan bantuan Program SPSS diperoleh data statistik variabel pengamatan peningkatan nilai PCF pada latihan IS dan LPD sebagaimana disajikan pada Tabel 4. Dari hasil pengujian kenormalan data pada kedua jenis latihan, menunjukkan nilai PCF pada kedua Jenis latihan, ternyata tidak menyebar normal, sebab memiliki nilai p < 0,05. Oleh sebab itu, diuji dengan Uji Mann-Whitney. Hasil uji dapat dilihat pada (Tabel 4) menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat bermakna antara nilai median latihan IS dengan nilai median LPD, sebab diperoleh nilai Z = -3,748 dengan nilai p < 0,001. Jadi, peningkatan nilai pada latihan IS lebih tinggi daripada LPD.

Secara grafik peningkatan nilai PCF pada kedua jenis latihan dapat dilihat pada Gambar 3 Menurut Alaparthi dkk (2016) VIS dan LPD dapat direkomendasikan sebagai intervensi untuk semua pasien sebelum dan sesudah laparaskopi, namun penggunaan VIS lebih bermakna hasilnya di bandingkan dengan LPD terhadap nilai FVC, FEV1, dan PEFR.130 Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Shetty dkk (2021) menyimpulkan bahwa latihan menggunakan IS lebih signifikan pada peningkatan fungsi paru, nilai PEFR maupun kekuatan otot pernapasan dibandingkan LPD pada pasien stroke di india.20 Menurut Nikmah dkk (2014) latihan IS lebih efektif dalam meningkatkan fungsi paru, kapasitas fungsional, dan kualitas hidup dibandingkan dengan LPD pada penderita asma bronkial alergi.131

**KEKURANGAN DAN KELEBIHAN PENELITIAN**

Penelitian ini memiliki kekurangan, yaitu subjek penelitian tidak homogen seperti dalam hal kisaran usia pasien yang agak jauh. Selain itu, tidak dilakukan pengukuran fungsi kapasitas paru secara objektif. Serta kesulitan peneliti dalam mencari sampel penelitian yang disebabkan keengganan untuk datang ke rumah sakit karena masih adanya interpretasi negatif untuk dilakukan pemeriksaan terkait Covid-19 maupun rasa cemas akan kemungkinan tertular kembali; Selanjutnya kendala social distancing Covid 19 yang diterapkan pada saat penelitian sehingga follow up pasien serta latihan IS maupun LPD dilakukan melalui telerehabilitasi berbasis video online maupun rekaman video latihan sehingga peneliti kesulitan untuk mengevaluasi subjek setiap hari. Selain itu, waktu latihan yang tidak teratur dikarenakan jadwal jam kerja subjek penelitian yang bervariasi. Adapun kelebihan penelitian, yaitu penelitian ini merupakan penelitian pertama yang meneliti dan membandingkan langsung pengaruh latihan IS dan LPD pasca Covid-19 terhadap nilai PCF, subjek telah dilakukan dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu: kelompok latihan IS dan LPD untuk mengurangi adanya bias, tidak ada subjek penelitian yang *loss to follow up* serta memberikan suatu alternatif terapi yang dapat digunakan untuk program rehabilitasi paru pasca-Covid-19, baik di rumah sakit ataupun sebagai program rumahan karena intervensi yang diberikan mudah dilakukan, sederhana, dan tidak ada efek samping.

**KESIMPULAN**

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah latihan *Incentive spirometry* dapat meningkatkan nilai PCF pasca-Covid-19, latihan pernapasan diafragma dapat meningkatkan nilai PCF pasca-Covid-19, kedua jenis latihan dapat meningkatkatkan nilai PCF, namun latihan *Incentive spirometry* lebih baik digunakan dibandingkan latihan pernapasan diafragma.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Demeco A, Marotta N, et al. Rehab of patients post Covid-19: a literature review, 2020.
2. Perhimpunan Dokter Spesialis Rehabilitasi Medik Indonesia. Panduan tatalaksana rehabilitasi Covid-19 edisi kedua Jakarta: Perhimpunan Dokter Spesialis Rehabilitasi Medik Indonesia; 2021. Hal.1-33.
3. Gao Y, Yan L, Huang Y, et al. Structure of the RNA-dependent RNA polymerase from Covid-19 virus. Science 2020;368:779–82.
4. Covid-19 Map Johns Hopkins coronavirus resourse center. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
5. Data Covid-19 Indonesia terbaru <https://covid19.go.id>
6. Data Covid-19 Sulawesi utara <https://corona.sulutprov.go.id>
7. Greenhalgh T, Knight M, A’Court, C et al 2020. Management of post-acute Covid-19 in primary care. BMJ, 370:m3026. Doi: 10.1136/bmj.m3026.PMID: 32784198. 2020
8. Hui Li MD, et al. SARS-COV2 a viral sepsis: observations hypothesis 2020 https://doi.org/10.1016/ S0140-6736(20)30920-X 2020
9. Gilbert M, Pullano G, Pinotti F, et al. Preparedness and vulnerability of African countries against importations of Covid-19: a modelling study. Lancet 2020;395:871–7.
10. Assaf G, Davis H, McCorkell et al. Report:what does Covid-19 Recoverry actually look like? An analysis of the prolonged Covid-19 symptomssurvey by patient-Led Research Tea. Patient Led Research Team London UK: The Covid-19 Body poliklinikkliniktic slack group. Avaible: https: //patientresearchcovid19.com 2020
11. Mariya J, et al Correlation of peak cough flow rate with expiratory flow rate in patients with chronic respiratory diseases
12. Park J, Lee SC, Choi WA Et Al How respiratorory muscle strength correlates with cough capacity in patients with respiratory muscle weakness. Yonsei Med Journal, vol III, no 51, 2010,329-327
13. Restrepo RD, Wettstein R et al. Incentive spirometry AARC Clinical practice guideline. 2011 78
14. Kirshblum S and Brooks M. Rehabilitation of spinal cord injury. In Delisa’s Physycal Medicine and rehabilitation principles and practice. 5th ed. Lippincott Williams and wilkins. Philadelphia.
15. Shine D, Saad s, comparison of effectiveness of diaphragmatic breathing and pursed-lip expiration exercises in improving the forced expiratory flow rate and chest expansion in patients with bronchial asthma doi 10.15621/jiphy/2016/v312/94871
16. Mendes L, Moraes K, Hoffman M. Effects of Diaphragmatic Breathing With and Without Pursed-Lips Breathing in Subjects With COPD. respiratory care 2019
17. Tresia Fransisca et al. effect IMT with Incentive spirometry and control breathing exercise for punctional capacity and quality of life in COPD patients
18. Shidiq A.et al. Pulmonary Rehabilitation in Covid-19 patients: A scoping review of current practice and its application during the pandemic 2020 DOI: 10.5606/tftrd.2020.6889
19. Alvaro Reyes , Adrian Castillo the effects of respiratory muscle training on peak cough flow in patients with parkinson’s disease: a randomised control trial 2018
20. Shety N, Samuel S Et Al Comparison of diaphragmatic breathing exercises, volume and flow oriented incentive spirometry on respiratory function in stroke subjects: A Non-Randomized study Doi: 10.1177/0972753121990193 2021
21. Magda E, Ramadan D, Ishak S Et al, Effect of incentive spirometer exercise on pulmonary functions in children with spastic cerebral palsy, Egyptian journal of bronchology 2019
22. Lu-Lu Yang, Ting Yang, Pulmonary rehabilitation for patients with coronavirus disease 2019 (Covid-19), Chronic Diseases and Translational Medicine, Volume 6, Issue 2, 2020, pages 79-86, ISSN 2095-882X, <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2020.05.002>.
23. Phillips M, Turner S, Wade D Et Al Rehabilitation in the wake of Covid-19 A phoenix from the ashes. British society of rehabilitation medicine 1:1-19. Available from: https://www.bsrm.org.uk/downloads/Covid-19bsrmissue1-published-27-4- 2020.pdf
24. Singhal T. A Review of Coronavirus Disease-2019 (Covid-19). The Indian Journal of Pediatrics (April 2020). [https://doi.org/10.1007/s12098-020-03263-6 79](https://doi.org/10.1007/s12098-020-03263-6%2079)
25. Lanying Du, Yuxian He, Zhou Y Et Al The spike protein of SARS-CoV--a target for vaccine and therapeutic development. National Library of medicine doi:10.1038/nrmicro2090.Epub 2009 Feb
26. Wang Q,Zhang Y,Wu, L Et Al. Structural and Functional Basis ofSARS-CoV-2EntrybyUsingHumanACE2 <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.03.045>
27. Chen N, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. Lancet 2020;395:507–13.
28. Hussin A. Rothan and Siddappa N. Byrareddy. (2020). The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (Covid-19) outbreak. Journal of Autoimmunity,. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433>
29. Zhao HM, Xie YX, Wang C; Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Respiratory Rehabilitation Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine; Cardiopulmonary Rehabilitation Group of Chinese Society of Physical Medicine and Rehabilitation. Recommendations for respiratory rehabilitation in adults with coronavirus disease 2019. Chin Med J (Engl). 2020 Jul;133(13):1595- 1602. doi: 10.1097/CM9.0000000000000848. PMID: 32251002; PMCID: PMC7470013.
30. Blough SH, et.al. Prevalence of Covid-19: A Look behind the Scenes. Mini review. April 2020. doi: 10.20944/preprints202004.0179.v2
31. Sutrisno, Pane R, Andrianto. Rehabilitasi medik pasca menderita Covid-19. Airlangga University press 2021.
32. Perhimpunan Dokter Paru di Indonesia Diagnosis dan Penatalaksanaan Pneumonia Covid-19 di Indonesia.. 2020).
33. Ioannis P. Trougakos et al 2021 “Insights to SARS-CoV-2 life cycle, pathophysiology, and rationalized treatments that target Covid-19 clinical complications
34. Joseph T, Ashkan M. International Pulmonologist’s Consensus On Covid-19. India; 2020
35. Ozakinci H, Sak SD. Lung Pathology in Covid-19 Disease: We Must Be Aware!. Turk Thorac J. 2020 May; 21(3): 217–218. doi: 10.5152/TurkThoracJ.2020.20049 80
36. Nila SH et. Al. Covid-19:Pathogenesis,cytokine storm and therapeutic potential of interferon. Cytokine & Growth Factor ReviewsVolume 53, June 2020, p.66-70.
37. Shari brosnahan et al. 2020 Covid-19 and Respiratory System Disorders Current Knowledge, Future Clinical, and Translational Research Questions
38. Mo X, et.al. Abnormal pulmonary function in Covid-19 patients at time of hospital discharge.ResearchArticle.EurRespi J.2020
39. ZhuF, et al. Effects of respiratory rehabilitation on patients with novel coronavirus (Covid-19) pneumonia in the rehabilitation phase: protocol for asystematic review and meta-analysis. BMJ Open 2020. doi:10.1136/bmjopen-2020-039771
40. Karyono DR, Wicaksana AL. Current prevalence, characteristics, and comorbidities of patients with Covid-19 in Indonesia. Original article. Journal of Community Empowerment for Health. August 2020. doi:10.22146/jcoemph.57325
41. ZhuF, et al. Effects of respiratory rehabilitation on patients with novel coronavirus (Covid-19) pneumonia in the rehabilitation phase: protocol for asystematic review and meta-analysis. BMJ Open 2020. doi:10.1136/bmjopen-2020-039771
42. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Zang Li, Fan G. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. The Lancet. 24 jan 2020.
43. Goërtz YMJ, Van Herck M, Delbressine JM, et al. Persistent symptoms 3 months after a SARS-CoV-2 infection: the post-Covid-19 syndrome?. ERJ Open Res 2020; in press (<https://doi.org/10.1183/23120541.00542-2020>).
44. Susanto A, Rozaliyani A, epidemioological and Clinical Features of Covid-19 Patients <http://dx.doi.org/10.21109/kesmas.v0i0.5233.g1187>
45. Greenhalg dkk Management of post-acute covid-19 in primary care 10.1136/bmj.m3026
46. Xiaoneng M, Wenhua J, Zhuquan S Abnormal pulmonary function in Covid-19 patients at time of hospital discharge eur Respir J PMID: 32381497
47. Carfi A, BArnabei R, Landi F Et Al Persistent symptoms in patients after acute Covid-19, doi:10.1001/jama.2020.1260
48. Susanto A, Rozaliyani A, epidemioological and Clinical Features of Covid-19 Patients [http://dx.doi.org/10.21109/kesmas.v0i0.5233.g1187 81](http://dx.doi.org/10.21109/kesmas.v0i0.5233.g1187%2081)
49. States M, Et Al 2020 Epidemiological alert complications and squele of Covid-19 complications from Covid-19. PAHO\_WHO
50. Demertzis, Z,D Et Al. 2020 Cardiac sequelae of novel coronavirus disease 2019 (Covid-19): a clinical series. European Heart Journal-case reports pp1-6 doi: 10.1093/ehjcr/ytaa179
51. Xiong, Q Et Al 2021. Clinical sequelae of Covid-19 survivors in Wuhan, China: a single-centre longitudinal study. Clinical Microbiology and Infection. European Society of Clinical Microbiology and Infecton Disease, 27(1); 89-95
52. Schaller, T et al 2020. Prior and novel coronavirus, coronavirus disease 2019 and human reproduction; what is known?
53. Carsana l Et Al 2020. Pulmonary post-mortem finding in a series of Covid-19 cases from northern Italy: a two-centre descriptive study. The Lancet Infectious Diseases, 20(10): 1135-1140. Doi: 10.1016/s1473-3099(20)30434-5
54. Gentile, f., et al. 2020. Covid-19 and risk of pulmonary fibrosis: the importance of planning ahead. iEuropean Journal of Preventive Cardiology, 27(13):1442-1446. Doi: 10.1177/2047487320932695
55. Jin,C., et al. 2020. A pattern catogorization of CT findings to predict outcome of Covid-19 pneumonia . frontiers public health
56. British Thoracic Society, guidance on respiratory follow up of patients with a clicoradiological diagnosis of Covid-19 pneumonia 2020
57. Wang Z, Qiang W, Ke H. A Handbook of 2019-nCoV Pneumonia Control and Prevention. Hubei Science and Technologi Press. China; 2020.
58. Cozzi D, et. Al. Chest X‑ray in new Coronavirus Disease 2019 (COVID‑19) infection:findings and correlation with clinical outcome. Chest Radiology.2020
59. Homerton university hospital. Post covid-10 patient information pack 2020 avalaible from:https://www.hackneycitizen.co.uk/wp-content/uploads/post-Covid19-information-pack-5pdf
60. Wang,F., Kream, R.M and Stefano, G.B. 2020 Long-term respiratory and neurological sequaelae of Covid-19. Medical Science Monitor, 26:1-10. doi: 10.12659/MSM.928996.
61. Wasch J, Backers T, Paulsen F Upper and lower respiratory tract. Ventral view. Sobotta Anatomy textbook page 275 1st Edition Elsevier 82
62. John Hall, Michael Hall Regulation Respiration. Guyton and hall Medical physiology Textbook pg 531-540
63. Katch VL, McArdle WD, Katch FI, editors. The pulmonary system and exercise. Essentials of exercise physiology. Edisi ke-4. Philadelphia: Lippincott; 2011. Halaman 265–99.
64. Tortora G, Derrickson B. The respiratory system In: principles of anatomy & physiology fifteen Edition
65. Martini, Frederic, H., & Judi, Nath, L. Fundamental of anatomy and physiology. 10th edition. California: Pearson Education. 2015. 998-9.
66. De Troyer, A. Respiratory muscle function. Dalam: Cherniack Neils, Altose Murray D, Homma Ikuo. Rehabilitation of the patient with respiratory disease. Bab 3. New York: McGraw-Hill professional; 2009. Halaman 21-32.
67. Cohen E, Mier A, Heywood P, Murphy K, Boultbee J, Guz A. Diaphragmatic movement in hemiplegic patients measured by ultrasonography. Thoraks Journal. 2014; 49: 890-5.
68. Shields Et Al Diaphragmatic function, paralysis and eventration
69. Lunardi AC, et.al. Effect of Volume-Oriented Versus Flow-Oriented Incentive spirometry on Chest Wall Volumes, Inspiratory Muscle Activity, and Thoracoabdominal Synchrony in the Elderly. Respiratory care. March 2014. doi : 10.4187/respcare.02665
70. Basoglu OK et.al. The efficacy of Incentive spirometry in patients with COPD. Original article. Respirology. 2005. p349-353
71. Eltorai AE, et.al. Clinical Effectiveness of Incentive spirometry for the Prevention of Postoperative Pulmonary Complications. Respir Care. March 2018. doi: 10.4187/respcare.05679.
72. Choi Jy, Rha Dw, Park Es, change in pulmonary after incentive spirometer exercise in children with cp spastic Yonsei Med J, 2016.
73. Huang CH, 2011 Comparison of inspiratory muscle training for patien with COPD vol.110 no.8 pp 518-526.
74. Parreira VF, et.al. Assessment of tidal volume and thoracoabdominal motion using volume and flow-oriented incentive spirometers in healthy subjects. Braz J Med Biol Res, July 2005. doi: 10.1590/S0100-879X2005000700014 83.
75. Restrepo RD, et.al . AARC (American Association for Respiratory Care) clinical practice guideline. Incentive spirometry: 2011. doi: 10.4187/respcare.01471.
76. Eltorai A, Baird G, Pangborn J, financial inpact of incentive spirometry inquiry 2018; 554695801879499.
77. Gayathiri T, Efficacy of Incentive spirometry in Expiratory Muscle Training Following Abdominal Surgery T. 2020,USA doi: <https://dx.doi.org/10.13005/bpj/2131>.
78. El kader, Ashmawy Aerobic Exercise Training and Incentive Spirometry Can Control Age-Related Respiratory Muscles Performance Changes in Elderly DOI:10.29333/EJGM/82360.
79. Pascotini FS, Ramos MC, Silva AMV. Volume oriented versus flow oriented spirometer over respiratory parameters among the elderly. 2013.
80. Seyller H Et Al, The role of incentive spirometry for patients with Covid-19. 2021 doi: 10.1016/j.ajem.2021.05.034
81. Kumar N, Et Al Lessons from clinical practice during Covid-19 pandemic doi: 10.1016/j.tacc.2020.06.008.
82. Townsend L, et al. Persistent fatigue following SARS-CoV-2 infection is common and independent of severity of initial infection. PLoS ONE 15(11): e0240784. doi: 10.1371/journal.pone.0240784.
83. Seo K, Hwan PS, Park K. The effects of inspiratory diaphragm breathing exercise and expiratory pursed-lip breathing exercise on chronic stroke patients’ respiratory muscle activation. J Phys Ther Sci 2017;29(3):465-469.
84. Cahalin LP, Braga M, Matsuo Y, Hernandez ED. Efficacy of diaphragmatic breathing in persons with chronic obstructive pulmonary disease: a review of the literature. J Cardiopulm Rehabil 2002;22(1): 7-21.
85. Fernandes M et al. Efficacy of diaphragmatic breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease.
86. Vitacca M, Clini E, Bianchi L, Ambrosino N. Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. Eur Respir J 1998;11(2):408-415. 84
87. Cancelliero-Gaiad KM, Ike D, Pantoni CB, Borghi-Silva A, Costa D. Respiratory pattern of diaphragmatic breathing and pilates breathing in COPD subjects. Braz J Phys Ther 2014;18(4):291-299.
88. Liu K, Chen Y, Lin R Clinical features of Covid-19 in elderly patients: A comparison with young and middle-aged patients doi: 10.1016/j.jinf.2020.03.005 Epub 2020 Mar
89. Gosselink RA, Wagenaar RC, Rijswijk H, Sargeant AJ, Decramer ML. Diaphragmatic breathing reduces efficiency of breathing in pa- tients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 1995;151(4):1136- 1142.
90. Li-sheng Wang , Yi-ru Wang , Da-wei Ye , et al. Review of the 2019 Novel Coronavirus (Covid-19) based on current evidence. International Journal of Antimicrobial Agent. (2020).doi: 10.1016/j.ijantimicag.2020.105948.
91. Amy parkin et al A Multidisciplinary NHS Covid-19 Service to Manage PostCovid-19 Syndrome in the Community DOI:10.1177/25013272110109949.
92. Widya naralia t et al 2021 The Effectiveness of Breathing Exercises for Post Covid19 Patients during Rehabilitation: A Literature Review.
93. Blaney F, Sawyer T Sonographic measurement of diaphragmatic motion after upper abdominal surgery: A comparison of three breathing manoeuvres <https://doi.org/10.3109/09593989709036464>.
94. Manzano R, Carvatha C, Et Al Chest physiotherapy during immediate postoperative period among patients undergoing upper abdominal surgery: randomized clinical trial.
95. Mellies U, Goebel C, Optimum Insufflation Capacity and Peak Cough Flow in Neuromuscular Disorders Copyright © 2014 by the American Thoracic Society DOI: 10.1513/AnnalsATS.201406-264OC
96. Cardoso Et Al Evaluation of peak cough flow in Brazilian healthy adult. International archievers of medicine, vol.5 pp 25.
97. Winck J.C The value of cough peak flow measurements in the assessment of extubation or decannulayion readiness 2015 Journal of pulmonology.
98. Smina M, Et Al Cough peak flows and extubation outcomes chest. 2003; 124 (1);262-8 85
99. Loveridge J and White V, Breathlessness and cough. In Common medical presentations, Elsevier, Philadelphia, pp 108-112.
100. Mills C, Respiratory muscle training theory and practice. Churchil livingstone, china pp26-30 2016.
101. Sharma S, Hashmi MF, Alhajjaj MS, Cough journal of allergy and clinical immunology.
102. Umesh G, Lallo, Barnes P, Chung K. Pathophysiology and clinical presentation of cough DOI:https://doi.org/10.1016/S0091-6749(96)70022-2.
103. Yasutaka U et al In: Clinical Significance of Cough Peak Flow and Its Non Contact Measurement via Cough Sounds: A Narrative Review:2020.
104. P.R Rodrigues et al 2017 peak cough flow measurement with a pneumotacograph and a portable peak flow meter in patients with neuromuscular disease.
105. Freitas FS, Ibiapina C, Alvim C. Relationship between cough strength and functional level in elderly. Revista brasileira de fisiotherapis, vol 14, no.6, pp470- 47.
106. Kamikawa N, Taito S, 2016 Effect of different levels of pressure relieving air mattress firmness on cough strength. PLOS one.
107. Lasserson, Mills K, Polkey M,. Differences in motor activation of voluntaru and reflex cough in humans. 2006 doi: 10.1136/thx.2005.057901
108. Adeyini B, Erharbor G. The Peak flow meter and its use in clinical practice. African Journal Of respiratory medicine, vol.10.
109. Jiang C, Esquinas A Evaluation of cough peak expiratory flow as a predictor of successful mechanical ventilation discontinuation: a narrative review of the literature <https://doi.org/10.1186/s40560-017-0229-9>.
110. Nita Damayanti Effect inspiratory muscle training add-on active cycle of breathing exercise to peak cough flow older female in nursing home 2017.
111. Booker R, Et Al 2007 Peak expiratory flow measurement Doi: 10.7748/ns2007.06.21.39.42.c4566
112. Bettger J, Linda J Telerehabilitation in the age of COVID 19 published online 2020 Aug 19. doi: 10.1093/ptj/pzaa151 86.
113. Mai Tsutsui, 2021 Pulmonary Rehabilitation in a Post-Covid-19 World: Telerehabilitation as a New Standard in Patients with COPD DOI <https://doi.org/10.2147/COPD.S263031>
114. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 20 tahun 2019.
115. Perhimpunan Dokter Spesialis Rehabilitasi Medik Indonesia. Panduan tatalaksana telerehabilitasi, Perhimpunan Dokter Spesialis Rehabilitasi Medik Indonesia; 2020.
116. Lopez A, Salvador M, Miguel A. Telemedicine in times of the pandemic produced Covid-19: Implementation of a teleconsultation protocol in a hospital emergency department 2020 <https://doi.org/10.3390/healthcare8040357>
117. Werneke M Et Al Telerehabilitation during the covid-19 Pandemic in outpatient rehabilitation settings: a descriptive study.
118. Li J, Xia W, Zhan C, Liu S, Yin Z, Wang J, et al. A telerehabilitation programme in post-discharge COVID-19 patients (TERECO): a randomised controlled trial. Thorax. (2021). doi: 10.1136/thoraxjnl-2021-217382. [Epub ahead of print].”
119. Pangestuti, Santi Dwi, dkk. 2015. Pengaruh Diaphragmatic Breathing Exercise terhadap Fungsi Pernapasan (RR dan APE) pada Lansia di UPT PLSU Kabupaten Jember. E-Jurnal Kesehatan. Vol. 3. No. 1: Januari 2015: hal.80.
120. Cai, et al (2020)Obesity and Covid-19 Severity in a Designated Hospital in Shenzhen, China.
121. Powers K.S, Howley T. E. Dalam: Exercise Physiology Theory and aplication to fitness and performance 10th Ed. McGrawal Hill Education. New York. 2013.
122. Kang S, Et Al. relationship between inspiratory muscle strength and cough capacity in cervical spinal cord injury patients 2006Kaneko H, Suzuki A, Horie J. Effect of cough training and inspiratory muscle training in cough in older adults: A randomized controlled trial. 2022.
123. Snijders, T., J. P. Nederveen, B. R. McKay, S. Joanisse, L. B. Verdijk, L. van Loon, and G. Parise. Satellite cells in human skeletal muscle plasticity. Frontiers in Physiology 6: 1–21, 2015 87.
124. Seynnes OR, de Boer M, and Narici MV. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. Journal of Applied Physiology 102: 368–373, 2007
125. Folland JP and Williams AG. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. Sports Medicine 37: 145– 168, 2007.
126. Joshi M, Mathur N. Pulmonary functions and effect of incentive spirometry during and post-acute period in tetraplegia. IJPMR 2002; 13:28–34.
127. Kaneko H, Suzuki A, Horie J. Effect of cough training and inspiratory muscle training in cough in older adults: A randomized controlled trial. 2022.
128. Kang S et al, Relationship between inspiratory muscle strength and cough capacity in cervical spinal cord injured patients 2006.
129. Shine, shaikhji s comparison of effectiveness of diaphragmatic breathing and pursed-lip expiration exercises in improving the forced expiratory flow rate and chest expansion in patients with bronchial asthma 2016. doi: 10.15621/ijphy/2016/v3i2/94871 3026.
130. Alaparthi G, Augustine A, Comparison of Diaphragmatic Breathing Exercise, Volume and Flow Incentive Spirometry, on Diaphragm Excursion and Pulmonary Function in Patients Undergoing Laparoscopic Surgery: A Randomized Controlled Trial doi: 10.1155/2016/1967532.
131. Nikmah S et al. Effectiveness of Incentive Spirometry and Diaphragmatic Breathing Exercise in Lung Function, Functional Capacity and Quality of Life of Bronchial Asthma Allergic Patients 2014.