

PENGARUH LATIHAN AEROBIK MENGGUNAKAN *BICYCLE ERGOMETRY* TERHADAP KEBUGARAN KARDIORESPIRASI PADA PASCASTROKE KRONIK

¹Togu Deny Boy
²Lidwina S. Sengkey
²Joudy Gessal

¹ Program Studi Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi
Manado

² KSM Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado
Email: Togudenyboy@gmail.com

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to determine whether the effect of aerobic exercise using bicycle ergometry after chronic stroke patients may increase cardiorespiratory fitness. Methods: This study uses an experimental design with one group pretest and posttest design. The subject of research are 19 patients who met the inclusion criteria. A total of 19 subject followed by a cardiorespiratory fitness program. Exercise done 12 times for 4 weeks. VO_{2max} of subjects are measured before and 4 weeks after exercise. Results: There was a statistically significant improvement of cardiorespiratory fitness in patient chronic stroke after bicycle ergometry for 4 weeks (there was very significant improvement in VO_{2max} between before and after intervention with $p < 0,0001$). Conclusion: aerobic exercise using bicycle ergometry can improve cardiorespiratory fitness (VO_{2max}) in after chronic stroke.

Keywords : aerobic exercise, bicycle ergometry, cardiorespiratory fitness, chronic stroke, VO_{2max}

ABSTRAK

Tujuan: Untuk menentukan apakah pengaruh latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry* pascastroke kronik dapat meningkatkan kebugaran kardiorespirasi. Metode: Desain penelitian adalah penelitian eksperimental dengan one group pretest dan posttest design. Subjek penelitian adalah 19 penderita pascastroke kronik yang sesuai dengan kriteria inklusi. Kesembilanbelas subjek tersebut mengikuti latihan *bicycle ergometry* sebanyak 12 kali selama 4 minggu. VO_{2max} subjek penelitian diukur sebelum dan sesudah 4 minggu latihan. Hasil: Terdapat peningkatan yang signifikan secara statistik terhadap kebugaran kardiorespirasi dari penderita pascastroke kronik setelah latihan *bicycle ergometry* selama 4 minggu (terdapat peningkatan yang sangat signifikan pada VO_{2max} antara sebelum dan sesudah intervensi dengan $p < 0,0001$). Kesimpulan: Latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry* dapat meningkatkan kebugaran kardiorespirasi (VO_{2max}) pada pascastroke kronik.

Kata kunci : *bicycle ergometry*, kebugaran kardiorespirasi, latihan aerobik, pascastroke kronik, VO_{2max} .

PENDAHULUAN

Stroke atau *cerebrovascular accident* merupakan penyebab kematian ketiga dan penyebab disabilitas jangka panjang pada orang tua di Amerika Serikat. *Stroke* merupakan penyebab utama disabilitas jangka panjang dan memiliki konsekuensi sosial ekonomi yang signifikan.^{1,2}

Di Indonesia sendiri dari tahun ke tahun, jumlah pasien *stroke* mengalami peningkatan, menurut data riset kesehatan dasar tahun 2013 yang dikeluarkan oleh kementerian kesehatan Republik Indonesia, prevalensi *stroke* di Indonesia mencapai angka 12.1 per 1000 penduduk, angka ini meningkat dari tahun sebelumnya yaitu 8.3 per 1000 penduduk pada tahun 2007. Jumlah penderita *stroke* diperkirakan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya faktor resiko dan penduduk usia lanjut.³

Bertambahnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kesehatan, banyak pasien *stroke* yang dapat bertahan hidup, walaupun dengan gejala sisa yang sangat berat.¹

Gangguan fungsional yang terjadi pada tungkai bawah merupakan salah satu komplikasi yang

umum terjadi pada pasien dengan *stroke*.⁴ Fungsi motorik dari tungkai bawah memainkan peranan yang sangat penting dalam menjalankan fungsi aktifitas kehidupan sehari-hari, berdiri, berjalan, atau mempertahankan keseimbangan. Ketidakmampuan dalam berjalan dapat merupakan akibat dari berbagai abnormalitas yang terjadi seperti gangguan pada aktivitas otot, tonus otot yang abnormal, atau gangguan sinergisitas pada sisi hemiplegi. Penelitian telah menunjukkan bahwa pemulihan fungsional dari tungkai bawah pascastroke kronik masih terbatas, yang menganjurkan pentingnya untuk dilakukan rehabilitasi berkelanjutan.

Pada pascastroke kronik, permasalahan yang timbul lebih mengarah kepada adaptasi dan kompensasi terhadap disabilitas yang ada, yang antara lain meliputi memaksimalkan kemampuan fungsional atau dalam melakukan tugas tertentu, latihan kebugaran kardiorespirasi, latihan pencegahan *stroke* berulang, kembali ke tempat kerja atau masyarakat, kemampuan untuk menerima kecacatan, serta seksualitas.⁵

Impairment pada tingkat kebugaran kardiorespirasi yang terjadi segera setelah *stroke*

disebabkan karena kombinasi faktor fisiologi dan lingkungan. Faktor fisiologi meliputi penurunan kekuatan otot dan koordinasi, yang diakibatkan penurunan jumlah rekrutmen motor unit dan penurunan kapasitas metabolisme oksidatif pada jaringan otot yang paretik.^{6,7} Faktor lingkungan yang dapat berkontribusi pada impairment kebugaran meliputi *bedrest* dan tidak beraktifitas pascastroke.⁸

Rendahnya kapasitas berjalan dapat disebabkan karena rendahnya kapasitas aerobik dan gait yang abnormal pada lebih dari 2/3 individu dengan stroke.⁹ Pola jalan yang abnormal ini dapat disebabkan karena defisit sensorimotor pascastroke.¹⁰

Suatu *evidence based* tentang latihan aerobik pada penderita pascastroke merekomendasikan bahwa latihan aerobik (dengan intensitas 40-50% *Heart Rate Reserve* (HRR) sampai 60-80% HRR; selama 20-40 menit dan 3-5 hari per minggu) bermanfaat untuk meningkatkan kebugaran kardiorespirasi, kecepatan berjalan maksimal dan ketahanan berjalan pada penderita *stroke* dan dianggap memiliki resiko kardivaskular yang rendah dengan latihan, setelah melalui penentuan *screening* yang tepat.¹¹

Latihan aerobik dapat berupa latihan dengan menggunakan *bicycle ergometry* atau *treadmill*. *Bicycle ergometry* memberikan keunggulan dibandingkan pengujian *treadmill*, terutama untuk pasien *stroke* yang mengalami kesulitan berjalan. Banyak pasien *stroke* selamat dengan gangguan dalam gaya berjalan, keseimbangan, dan koordinasi, *bicycle ergometry* memiliki risiko jatuh lebih rendah dari pada *treadmill*. *Bicycle ergometry* menyediakan perkiraan beban kerja yang lebih jelas dari pada *treadmill*.^{12,37}

Sebuah *bicycle ergometry* digunakan untuk mengevaluasi tingkat kebugaran seseorang. Subjek tes mengendarai *bicycle ergometry* saat terhubung ke peralatan monitor. Peralatan ini mengukur detak jantung, denyut nadi, intensitas latihan dari *Revolutions Per Minute* (RPM) dan resistensi untuk mengayuh yang dapat disesuaikan untuk memvariasi intensitas. *Bicycle ergometry* dapat digunakan sebagai alternatif terhadap latihan aerobik metode berjalan ini.¹²

Beberapa studi menunjukkan bahwa latihan aerobik dini setelah *stroke* adalah aman, dan impairment terkait *stroke* dapat diperbaiki dengan latihan. Akan tetapi, masih belum cukup data untuk menjadi pedoman praktis klinis, dan penemuan yang beragam pada literatur memerlukan studi lebih lanjut.¹³

Penelitian ini bertujuan menilai pengaruh latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry* terhadap kebugaran kardiorespirasi pada enam bulan setelah serangan *stroke*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *experimental* dengan *one group (pretest-posttest design)* untuk mengetahui pengaruh latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry* terhadap kebugaran kardiorespirasi pada pasien pascastroke kronik. Tempat penelitian adalah Instalansi Rehabilitasi Medik (IRM) RSUP Prof. Dr. R.D Kandou dan waktu penelitian: Oktober 2018 sampai dengan November 2018. Subjek penelitian adalah pasien yang mengalami *stroke* baik yang dirujuk maupun datang sendiri ke IRM RSUP Prof. Dr. R.D Kandou yang memenuhi kriteria inklusi. Cara pengambilan subjek dengan *consecutive* sampling yaitu semua subjek yang datang dan memenuhi kriteria inklusi dimasukkan dalam penelitian sampai jumlah subjek yang diperlukan terpenuhi.

HASIL PENELITIAN

Subjek penelitian merupakan pasien pascastroke yang datang ke Instalansi Rehabilitasi Medik RSUP Dr. R.D Kandou Manado dari bulan Oktober sampai dengan bulan November 2018. Distribusi subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin, usia, tinggi badan, berat badan, IMT, onset *stroke*, hemiparesis, tangan dominan, ambulasi, faktor resiko (Tabel 4.1, Tabel 4.2, Tabel 4.3).

Dari Tabel 4.1 di bawah terlihat bahwa sebagian besar subjek penelitian adalah laki-laki dengan jumlah 13 subjek (68.4%), sedangkan subjek perempuan hanya berjumlah 7 orang (31.6%).

Dari Tabel 4.2 di bawah terlihat bahwa terdapat perbedaan dari berdasarkan usia, berat badan, tinggi badan, dan IMT. Nilai rata-rata usia subjek penelitian didapatkan 59.05 tahun, tinggi badan dan berat badan rata-rata meliputi 1.64 m dan 66.9 kg, dengan nilai rata-rata IMT didapatkan 25.02 kg/m², serta nilai rata-rata onset *stroke* 12.6 bulan.

Dari Tabel 4.3 di atas terlihat bahwa terdapat subjek dengan hemiparese kanan sebanyak 10 subjek dan hemiparese kiri sebanyak 9 subjek. Subjek dengan tangan dominan kanan sebanyak 19 subjek. Subjek yang menggunakan alat bantu jalan (tripod) sebanyak 3 subjek dan sebanyak 16 subjek mandiri (tidak menggunakan alat bantu jalan). Subjek dengan riwayat diabetes mellitus (DM) sebanyak 1 orang, riwayat hipertensi (HT) sebanyak 7 subjek, riwayat HT dan DM sebanyak 4 subjek, riwayat HT dan merokok sebanyak 4 subjek, riwayat merokok sebanyak 3 subjek dari 19 subjek penelitian. Pengaruh latihan menggunakan *bicycle ergometry* ditunjukkan pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, Tabel 4.6 berikut ini, di mana ditampilkan rerata, simpangan baku, dan kemaknaannya.

Tabel 4.1 Distribusi subjek penelitian menurut jenis kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase
Laki-laki	13	68.4%
Perempuan	7	31.6%
Total	19	100%

Uji kenormalan data UJ6M dilakukan dengan Uji Shapiro-Wilk. Hasil uji ini diperoleh nilai statistik = 0,861 dengan nilai $p = 0,010$. Hasil ini menyatakan data perubahan UJ6M tidak menyebar normal. Oleh sebab itu, uji perbedaan UJ6M sebelum dan sesudah latihan aerobik digunakan uji Wilcoxon Signed Ranks. Hasil uji ini diperoleh nilai $Z = -3,826$ dengan nilai $p < 0,0001$. Hasil uji ini menyatakan terdapat perbedaan yang sangat bermakna UJ6M sebelum dan sesudah latihan aerobik. Artinya, setelah latihan aerobik terjadi peningkatan yang sangat bermakna UJ6M. Secara grafik sebaran data UJ6M sebelum dan sesudah latihan aerobik dapat dilihat

Dengan demikian, mengalami penurunan yang sangat bermakna pascaterapi dari nilai median 88 menjadi nilai median 80. Secara grafik perbedaan *Heart Rate Rest* awal dan akhir perlakuan disajikan pada Gambar 4.2 dalam bentuk Box and Whisker Plot.

Uji kenormalan data VO_{2max} dilakukan dengan Uji Shapiro-Wilk. Hasil uji ini diperoleh nilai statistik = 0,886 dengan nilai $p = 0,027$. Hasil ini menyatakan data perubahan VO_{2max} tidak menyebar normal. Oleh sebab itu, uji perbedaan

pada Gambar 4.1. Nilai median UJ6M sesudah latihan (268) lebih tinggi dari pada nilai median UJ6M sebelum latihan (255).

Uji kenormalan data perubahan *Heart Rate Rest* digunakan Uji Shapiro-Wilk. Hasil uji ini diperoleh nilai statistik = 0,850 dengan nilai $p = 0,007$. Hasil ini menyatakan data perubahan *Heart Rate Rest* tidak menyebar normal, oleh sebab itu uji perbedaan *Heart Rate Rest* awal dan akhir diuji dengan Uji Wilcoxon Signed Ranks. Hasil uji ini diperoleh nilai $Z = -3,857$ dengan nilai $p < 0,0001$. Hasil uji Wilcoxon ini menyatakan ada perbedaan yang sangat bermakna *Heart Rate Rest* awal dan akhir

VO_{2max} sebelum dan sesudah latihan aerobik digunakan uji Wilcoxon Signed Ranks. Hasil uji ini diperoleh nilai $Z = -3,826$ dengan nilai $p < 0,0001$. Hasil uji ini menyatakan terdapat perbedaan yang sangat bermakna VO_{2max} sebelum dan sesudah latihan aerobik. Artinya, setelah latihan aerobik terjadi peningkatan VO_{2max} yang sangat bermakna. Secara grafik sebaran data VO_{2max} sebelum dan sesudah latihan aerobik dapat dilihat pada Gambar 4.3. Nilai median VO_{2max} sesudah latihan (7.82) lebih tinggi dari pada nilai median VO_{2max} sebelum latihan (6.979).

Tabel 4.4 Perbandingan UJ6M sebelum dan sesudah latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry*.

	UJ6M Sebelum	UJ6M Sesudah	Perubahan UJ6M
N	19	19	19
Minimum	110	126	10
Maksimum	361	393	35
Rerata	260.26	279.21	18.95
Simpangan Baku	65.286	67.929	7.996
Median	255.00	268.00	16.00

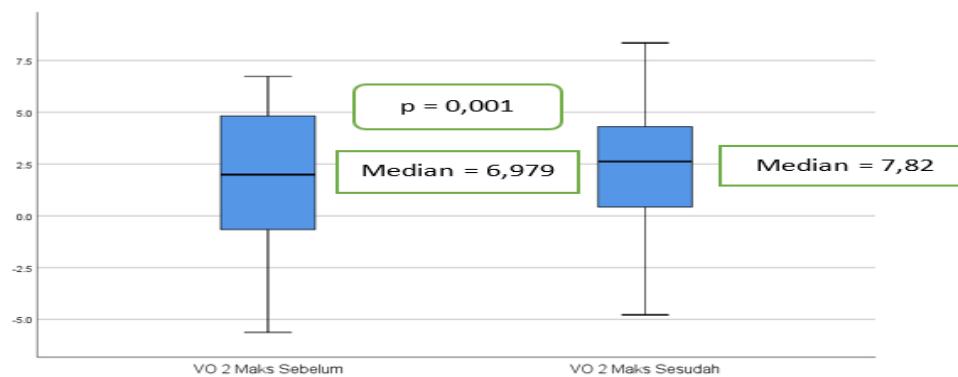
Tabel 4.2 Karakteristik subjek penelitian berdasarkan usia, tinggi badan, berat badan, IMT dan onset *stroke*

	Usia (Tahun)	TB (m)	BB (kg)	IMT (kg/m^2)	Onset (Bulan)
N	19	19	19	19	19
Minimum	45	1.55	51	19.57	7
Maksimum	68	1.78	85	33.20	22
Rerata	59.05	1.64	66.9	25.02	12.6
Simpangan Baku	7.051	0.618	9.79	3.695	4.17
Median	62.00	1.62	68	23.67	12

Tabel 4.3 Karakteristik subjek penelitian berdasarkan hemiparese, tangan dominan, ambulasi, faktor resiko.

Variabel	Frekuensi	Persentase
Hemiparesis		
Kanan	10	52.6
Kiri	9	47.4
Tangan dominan	19	100.0
Kanan		
Ambulasi	16	84.2
Mandiri	3	15.3
Tripod		
Faktor resiko	1	5.3
DM	7	36.8
HT	4	21.1
HT, DM	4	21.1
HT, merokok	3	15.8
Merokok		

Gambar 4.1 Box and Whisker Plot menurut sebaran data UJ6M sebelum dan sesudah pemberian latihan aerobic menggunakan *bicycle ergometry*.



PEMBAHASAN

Subjek penelitian merupakan pasien *pascastroke* yang datang ke Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R.D Kandou Manado dari bulan Oktober sampai dengan bulan November 2018. Subjek yang memenuhi kriteria inklusi penelitian diberi penjelasan mengenai prosedur penelitian, kemudian setelah mengerti mereka menandatangani lembar persetujuan. Lembar persetujuan juga ditandatangani oleh pendamping maupun keluarga pasien. Subjek yang memenuhi kriteria inklusi penelitian kemudian dilakukan penilaian UJ6M dan dilanjutkan dengan latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry* sebanyak 3

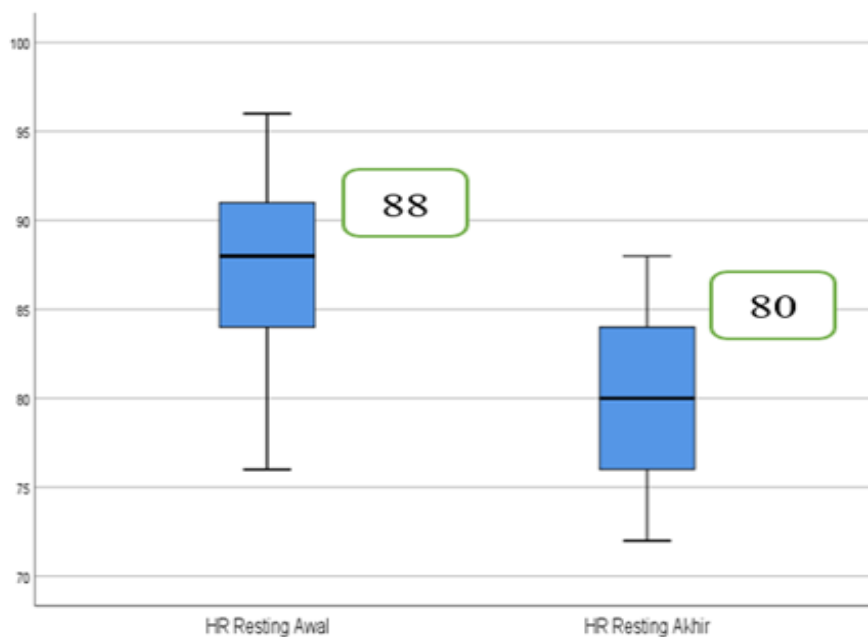
kali seminggu, dilakukan rutin selama 4 minggu. Kemudian dilakukan kembali UJ6M.

Jumlah subjek yang memenuhi kriteria penelitian ini yakni 23 subjek, tetapi hanya 19 subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan menyelesaikan keseluruhan penelitian sedangkan 4 subjek tidak dapat menyelesaikan keseluruhan perlakuan (tidak mengikuti latihan selama 3x berturut-turut). Satu subjek tidak dapat melanjutkan latihan karena tempat untuk rehabilitasi pindah ke rumah sakit lain yang jarak dengan rumah lebih dekat, dua subjek pergi ke luar kota, dan satu subjek lagi tidak dapat meneruskan latihan karena harus pulang kampung karena ada kedukaan, saudara terdekat meninggal

Tabel 4.5 Perbandingan *Heart Rate Rest* sebelum dan sesudah latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry*.

	VO _{2max} Sebelum	VO _{2max} Sesudah	Perubahan VO _{2max}
N	19	19	19
Minimum	.311	1.267	.530
Maksimum	11.782	13.478	1.855
Rerata	6.6231	7.6581	1.03500
Simpangan Baku	3.39945	3.52227	.407416
Median	6.979	7.82	.90100

Gambar 4.2 Box and Whisker Plot menurut sebaran data *Heart Rate Rest* sebelum dan sesudah pemberian latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry*.



Dari karakteristik subjek didapatkan bahwa sebagian besar subyek adalah laki-laki sebanyak 13 subjek (68.4%) dan sisanya adalah perempuan sebanyak 6 subjek (31.6%). Terdapat perbedaan signifikan jumlah subjek laki-laki dan perempuan, di mana jumlah laki-laki dengan *pascastroke* kronik lebih banyak dibanding perempuan. Secara umum, angka prevalensi terjadinya *stroke* lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan dengan perempuan.^{13,43} Hal ini sesuai dengan penelitian Loewen dan Anderson yang mengemukakan bahwa *stroke* lebih sering terjadi pada laki-laki dibandingkan dengan

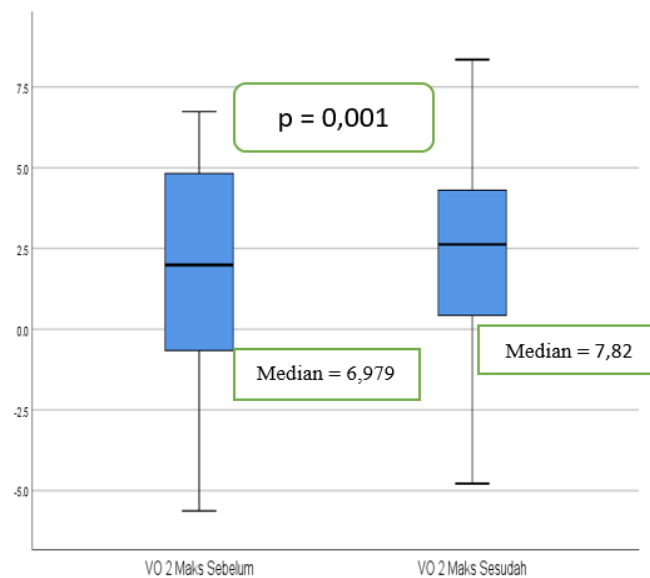
perempuan.⁴⁴ Pada penelitian ini, jumlah subjek lebih banyak laki-laki kemungkinan karena meningkatnya faktor resiko untuk terjadinya *stroke* lebih banyak terdapat pada laki-laki seperti merokok, hipertensi dan hiperlipidemia.

Usia rata-rata subjek penelitian ini yaitu 59.05 tahun, dengan kelompok usia perlakuan. Usia tua ini akan mempengaruhi pemulihan. Kugler dan kawan-kawan menemukan bahwa perbaikan akan menurun secara signifikan dengan meningkatnya usia.

Tabel 4.6 Perbandingan VO_{2max} sebelum dan sesudah pemberian latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry*.

	<i>Heart Rate Rest</i> awal	<i>Heart Rate Rest</i> akhir	Perubahan <i>Heart Rate Rest</i>
N	19	19	19
Minumum	76	72	4
Maksimum	96	88	16
Rerata	86.8	78.7	8.11
Simpangan Baku	5.55	5	4.135
Median	88	80	8

Gambar 4.3 Box and Whisker Plot menurut sebaran data VO_{2max} sebelum dan sesudah pemberian latihan aerobik menggunakan *bicycle ergometry*.



Pasien berusia lebih muda dari 55 tahun memiliki kemungkinan perbaikan maksimal sebesar 67%, sedangkan pasien berusia di atasnya memiliki 50% kemungkinan perbaikan.⁴⁵ Usia juga memiliki dampak terhadap kecepatan pemulihan, yaitu pasien muda menunjukkan pemulihan fungsional lebih cepat.

Karakteristik subjek berdasarkan nilai tinggi badan dan berat badan, didapatkan hasil bahwa nilai rata-rata IMT subjek penelitian sebesar 25.02 kg/m² (*overweight*) menurut ukuran populasi Asia. IMT berkaitan dengan peningkatan resiko terjadinya *stroke*. Pada orang dengan *overweight* didapatkan jarak tempuh yang pendek.⁸ Pada subjek laki-laki mempunyai tinggi badan lebih tinggi dibandingkan subjek perempuan sehingga mempunyai *stride length* lebih besar saat berjalan dibandingkan subjek perempuan.⁴⁶

Onset *stroke* mempengaruhi pemulihan spontan kemampuan motorik yang 80% akan terjadi pada 6 minggu pertama dan setelah itu cenderung menetap (*plateau*).⁴⁷ Pada penelitian ini rerata onset *stroke* 12.6 bulan, hal ini akan mempengaruhi hasil yang diperoleh pasca latihan. Horn dan kawan-kawan melaporkan adanya hubungan yang kuat antara onset *stroke* sampai dimulainya rehabilitasi dengan keluaran fungsional. Makin segera pasien mendapatkan rehabilitasi *poststroke*, hasil yang didapatkan akan semakin baik.⁴⁸

Faktor resiko terbanyak pada penelitian ini adalah hipertensi. Terdapat 7 subjek dan ada memiliki faktor resiko lebih dari satu. Secara umum, adanya faktor resiko berhubungan dengan penurunan status pemulihan fungsional secara penuh menurun seiring dengan meningkatnya jumlah faktor resiko medis. Meskipun peningkatan usia dan jumlah faktor resiko berdampak negatif pada status

fungsional dan pemulihan, hal ini tidak menghalangi individu *stroke* untuk membuat pencapaian bermakna dalam fungsi.^{49,52}

Pengukuran maksimal konsumsi oksigen diukur dengan uji latih sebagai *gold standart* untuk menilai kebugaran kardiorespirasi. Pada pasien *stroke* mengalami keterbatasan untuk melakukan uji latih karena penurunan kekuatan otot.⁵ Uji jalan 6 menit (UJ6M) merupakan uji jalan untuk mengukur jarak yang mampu ditempuh dalam waktu enam menit. UJ6M merupakan uji submaksimal karena kecepatan berjalan ditentukan sendiri oleh penderita sesuai kemampuannya. Lintasan menurut pedoman *American Toracic Society (ATS)* adalah lintasan dengan panjang 100 feet atau 30 meter.⁵⁰ Pada penelitian ini menggunakan lintasan dengan panjang 30 meter.

Pada penelitian ini didapatkan nilai rerata VO_{2max} sesudah latihan 7,65ml/kg/menit lebih tinggi daripada VO_{2max} sebelum latihan 6,62ml/kg/menit, hasil ini lebih rendah dibandingkan penelitian oleh Tang dan kawan-kawan dengan hasil 12,3ml/kg/menit.⁵ Penelitian oleh Pohl dan kawan-kawan pada 72 subjek *pascastroke*, onset 73,3±26,8 hari didapatkan hasil rerata jarak yang bisa ditempuh pada UJ6M adalah 285,8±91,6 meter.⁵³ Pada penelitian ini didapatkan rerata jarak yang bisa ditempuh 279,21±18,95 meter lebih rendah. Penelitian oleh Tang dan kawan-kawan pada 36 subjek *pascastroke* dengan rerata usia 64,6 ±14,4 tahun didapatkan jarak tempuh UJ6M 341,6±107,9 meter.¹² Nilai normal jarak yang bisa ditempuh dari UJ6M pada wanita 593±57 meter dan laki-laki 638±44 meter, penelitian ini dilakukan pada 102 subjek ras Caucasian usia 20-50 tahun.⁴⁶ Di Indonesia penelitian oleh Nudswinuringtyas pada subjek sehat usia 18-50 tahun didapatkan jarak yang bisa ditempuh 547,4±54,2 meter.⁴² Ternyata hasil pada orang normal di Indonesia juga lebih rendah dari pada ras Caucasian. Pada penelitian ini didapatkan hasil yang lebih rendah dibandingkan penelitian sebelumnya dikarenakan pada penelitian sebelumnya, subjek telah mendapatkan program latihan baik penguatan, keseimbangan dan *endurance* pada anggota gerak bawah dan atas selama 12 minggu.⁴⁶ Demikian juga oleh Tang, subjek telah mendapatkan program rehabilitasi selama 4-5 minggu.¹² Sedangkan subjek pada penelitian ini adalah penderita *pascastroke* yang baru melakukan kunjungan pertama dibagian Rehabilitasi Medik.

Kebugaran kardiorespirasi bervariasi terkait usia, jenis kelamin, tingkat aktifitas fisik, komposisi tubuh, ada tidaknya penyakit kronik atau disabilitas. Pada penderita *stroke* terjadi penurunan kebugaran kardiorespirasi 50% dibandingkan orang sehat menurut usia.⁹

Maximal oxygen uptake (VO_{2max}) telah diterima sebagai alat ukur kebugaran kardiorespirasi. *Maximal oxygen uptake* adalah hasil

dari *cardiac output* maksimal (liter darah per menit) dan perbedaan oksigen arteri-vena (mL O_2 per liter darah). Variasi VO_{2max} dan tingkat kebugaran diantara populasi disebabkan terutama karena perbedaan *cardiac output* maksimal, sehingga VO_{2max} sangat berkaitan dengan kapasitas fungsional jantung.²¹

Pada penelitian ini terdapat penurunan frekuensi denyut nadi istirahat. Hal ini karena penambahan latihan aerobik dengan menggunakan *bicycle ergometry* yang bersifat kontinu dalam rentang waktu lama dalam menggunakan oksigen, melibatkan kelompok otot besar yang bekerja secara dinamik, repetisi, ritmik, dan submaksimal dalam waktu tertentu, memberikan manfaat meningkatkan kebugaran kardiorespirasi melalui respon otonom yaitu penurunan frekuensi denyut nadi istirahat.²¹

Pasien *pascastroke* kronik mengalami gangguan pada paru, tetapi gangguan respirasi dapat merupakan manifestasi dari *stroke* itu sendiri. Selain itu bisa karena terkait komplikasi seperti kelemahan otot-otot pernafasan, gangguan mekanik dari pernafasannya serta adanya komorbid yang dimiliki pasien *pascastroke* seperti adanya penyakit paru obstruktif kronik dan disfungsi kardiovaskuler, atau bisa karena faktor gaya hidup seperti kebiasaan merokok.

Dalam penelitian ini menunjukkan pada variabel pengamatan terdapat perbedaan VO_{2max} mengalami peningkatan yang sangat bermakna pascaterapi dari nilai median 6,979 menjadi nilai median 7,82 antara sebelum dan sesudah latihan. Hal ini membuktikan bahwa latihan aerobik efektif untuk meningkatkan fungsi paru melalui mekanisme di mana dengan latihan akan dikirimkan sinyal neurogenik ke otak melalui dua mekanisme yaitu *volitionally* atau *automatically*. *Automatic control* dimediasi oleh grup neuronal pada batang otak, melalui jalur bulbo spinal, sementara *voluntary control* dimediasi oleh *cortical centers* yang mana berlokasi pada kontralateral motor korteks, melalui jalur kortikospinal. Selain itu, otak sendiri juga akan mengirimkan impuls motorik ke otot yang berlatih. Kontrol dari neuronal ini, memungkinkan terjadinya aktivitas koordinasi dari otot pernafasan³¹ dan akan mengeksitasi pusat pernafasan sehingga terjadi aktivasi otot-otot pernafasan yang kemudian meningkatkan ventilasi alveolus sehingga akan meningkatkan ventilasi semenit dengan hasil akhir adalah peningkatan fungsi paru.³²

Keterbatasan dari penelitian ini adalah tidak dilakukan pengukuran kekuatan otot secara obyektif baik sebelum maupun sesudah dilakukan latihan dengan menggunakan *bicycle ergometry*.

KESIMPULAN

Penggunaan latihan aerobik dengan menggunakan *bicycle ergometry* dapat meningkatkan kebugaran kardiorespirasi *pascastroke* kronik dengan pemberian latihan 3x sesi selama 4

minggu. Terdapat penurunan bermakna frekuensi denyut nadi istirahat pada latihan aerobik dengan menggunakan *bicycle ergometry*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Stoller O, De Bruin ED, Schuster-Amft C, Schindeloloz M, de Bie RA, Hnt KJ. Cardiovascular Rehabilitation Soon After Stroke Using Feedback-Controlled Robotics_Assisted Treadmill Exercise: Study Protocol of a Randomized controlled pilot trial. *Trials Journal* 2013;14:304.
2. Harvey RL, Roth EJ, Yu DT, Celnik P. Stroke syndromes. In: Bradom RL, editor. *Physical medicine and rehabilitation*. 5th ed. Philadelphia: Saunders. 2018:1177-222.
3. Riset Kesehatan Dasar. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI Tahun 2013.
4. Kim SJ, Cho HY, Kim YL, Lee SM. Effects of stationary cycling exercise on the balance and gait abilities of chronic stroke patients. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(11):3529-31.
5. Tulaar Angel, dkk. *Panduan Rehabilitasi Stroke*. Jakarta: PERDOSRI. 2014.
6. Billinger SA, Mattlage AE, Ashenden AL, Lentz AA, Harter G. Aerobic Exercise in Subacute Stroke Improves Cardiovascular Health and Physical Performance. *J Neurol Phys Ther*. 2012;36(4): 159-165.
7. Statton MA, Encarnacion M, Celnik P, Bastian AJ. A single bout of moderate aerobic exercise improves motor skill acquisition. *PloS one*. 2015 Oct 27;10(10):0141393.
8. Mackay-Lyons MJ & Makrides L. Exercise capacity early after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2002;83(12): 1697-1702.
9. Pang MYC, Eng JJ, Dawson AS, Gylfadóttir S. The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2006 Feb;20(2):97-111.
10. Wonsetler EC, Bowden MG. A systematic review of mechanisms of gait speed change post-stroke. Part 2: exercise capacity, muscle activation, kinetics, and kinematics. *Topics in stroke rehabilitation*. 2017 Jul 4;24(5):394-403.
11. Pang MYC, Charlesworth SA, Lau RWK and Chung RCK. Using Aerobic Exercise to Improve Health Outcomes and Quality of Life in Stroke: Evidence-Based Exercise Prescription Recommendations. *Cerebrovasc Dis*. 2013;35:7-22.
12. Tang A, Sibley KM, Thomas SG, Bayley MT, Richardson D, Mellroy WE, and Brooks D. Effects of an Aerobic Exercise Program on Aerobic Capacity, Spatiotemporal Gait Parameters, dan Functional Capacity in Subacute Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2009;23(4):398-406.
13. Yoon J, Park J, Lee D, Roh H. Comparisons of respiratory function and activities of daily living between stroke patients and normal people. *J Phys Ther Sci*. 2012; 24: 465-9.
14. Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM, Ryan AS, Ivey FM, Sorkin JD, Macko RF. Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007 Jan 1;88(1):115-9.
15. Macko RF, Smith GV, Dobrovolsky CL, Sorkin JD, Goldberg AP, Silver KH. Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001 Jul 1;82(7):879-84.
16. Yoon JJ. *Early Aerobic Exercise Intervention After Stroke: Improving Aerobic and Walking Capacity (Doctoral dissertation)*. 2009
17. Flansbjer UB, Holmbäck AM, Downham D, Patten C, Lexell J. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *Journal of rehabilitation medicine*. 2005 Mar;37(2):75-82.
18. McCain KJ, Smith PS. Locomotor treadmill training with body-weight support prior to over-ground gait: promoting symmetrical gait in a subject with acute stroke. *Topics in stroke rehabilitation*. 2007 Sep 1;14(5):18-27.
19. *Data Statistik kunjungan pasien di instalansi rehabilitasi medic RSUP Prof dr. R. D Kandou manado 2017*.
20. Billinger SA, Coughenour E, MacKay-Lyons MJ, Ivey FM. Reduced cardiorespiratory fitness after stroke: biological consequences and exercise-induced adaptations. *Stroke research and treatment*. 2012;2012
21. Thompson PD, Arena R, Riebe D, Pescatello LS. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *Current sports medicine reports*. 2013 Jul 1;12(4):215-7.
22. Persson CU, Danielsson A, Sunnerhagen KS, Grimby-Ekman A, Hansson PO. Timed Up & Go as a measure for longitudinal change in mobility after stroke-Postural Stroke Study in Gothenburg (POSTGOT). *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2014 Dec;11(1):83.
23. Jensen MT, Suadicani P, Hein HO, Gyntelberg F. Elevated resting heart rate, physical fitness and all-cause mortality: a 16-year follow-up in the Copenhagen Male Study. *Heart*. 2013 Jun 15;99(12):882-7.
24. Ivey FM, Macko RF, Ryan AS, Hafer-Macko CE. Cardiovascular health and fitness after

- stroke. *Topics in stroke rehabilitation*. 2005 Jan 1;12(1):1-6.
25. Hagnäs MJ, Lakka TA, Mäkikallio TH, Kurl S, Savonen K, Rauramaa R, Laukkanen JA. High Leisure-Time Physical Activity Is Associated With Reduced Risk of Sudden Cardiac Death Among Men With Low Cardiorespiratory Fitness. *Canadian Journal of Cardiology*. 2018 Mar 1;34(3):288-94.
 26. Ryan AS, Dobrovolsky CL, Smith GV, Silver KH, Macko RF. Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002 Dec 1;83(12):1703-7.
 27. Ivey FM, Hafer-Macko CE, Macko RF. Exercise rehabilitation after stroke. *NeuroRx*. 2006 Oct 1;3(4):439-50.
 28. De Deyne PG, Hafer-Macko CE, Ivey FM, Ryan AS, Macko RF. Muscle molecular phenotype after stroke is associated with gait speed. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2004 Aug;30(2):209-15.
 29. Tama F, Feig M, Liu J, Brooks III CL, Taylor KA. The requirement for mechanical coupling between head and S2 domains in smooth muscle myosin ATPase regulation and its implications for dimeric motor function. *Journal of molecular biology*. 2005 Jan 28;345(4):837-54.
 30. Ivey FM, Ryan AS, Hafer-Macko CE, Macko RF. Improved cerebral vasomotor reactivity after exercise training in hemiparetic stroke survivors. *Stroke*. 2011 Jul 1;42(7):1994-2000.
 31. Roth EJ. Heart disease in patients with stroke: incidence, impact, and implications for rehabilitation part 1: classification and prevalence. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1993 Jul 1;74(7):752-60.
 32. Tomczak CR, Jelani A, Haennel RG, Haykowsky MJ, Welsh R, Manns PJ. Cardiac reserve and pulmonary gas exchange kinetics in patients with stroke. *Stroke*. 2008 Nov 1;39(11):3102-6.
 33. Billinger SA, Coughenour E, MacKay-Lyons MJ, Ivey FM. Reduced cardiorespiratory fitness after stroke: biological consequences and exercise-induced adaptations. *Stroke research and treatment*. 2012;2012.
 34. Chu VW, Hornby TG, Schmit BD. Perception of lower extremity loads in stroke survivors. *Clinical Neurophysiology*. 2015 Feb 1;126(2):372-81.
 35. Ryan AS, Dobrovolsky CL, Smith GV, Silver KH, Macko RF. Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002 Dec 1;83(12):1703-7.
 36. Cramer SC. Changes in motor system function and recovery after stroke. *Restorative neurology and neuroscience*. 2004 Jan 1;22(3-5):231-8.
 37. Yates JS, Studenski S, Gollub S, Whitman R, Perera S, Lai SM, Duncan PW. Bicycle ergometry in subacute-stroke survivors: feasibility, safety, and exercise performance. *Journal of aging and physical activity*. 2004 Jan;12(1):64-74.
 38. Achmad CU. Pengaruh Latihan Ergometer Sepeda Terhadap Volume Oksigen Maksimal Pada Wanita Usia 30-39 tahun. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2012
 39. PERDOSRI. Asesmen dan Prosedur Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi. Jakarta: Perdosri. 2012.
 40. Postolache P, Cojocaru DC. Pulmonary rehabilitation—from guidelines to practice. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. 2013;117(2):380.
 41. Papathanasiou JV, Ilieva E, Marinov B. Six-minute walk test: an effective and necessary tool in modern cardiac rehabilitation. *Hellenic J Cardiol*. 2013 Mar 1;54(2):126-30.
 42. Nusdwiningtyas N, Widjajalaksmi W, Bachtiar A. Healthy adults maximum oxygen uptake prediction from a six minute walking test. *Medical Journal of Indonesia*. 2011 Aug 1;20(3):195-200.
 43. Lewsey J, Jhund PS, Gillies M, Chalmers JW, Redpath A, Briggs A, Walters M, Langhorne P, Capewell S, McMurray JJ, MacIntyre K. Temporal trends in hospitalisation for stroke recurrence following incident hospitalisation for stroke in Scotland. *BMC medicine*. 2010 Dec;8(1):23.
 44. Loewen SC, Anderson BA. Predictors of stroke outcome using objective measurement scales. *Stroke*. 1990 Jan 1;21(1):78-81.
 45. Kugler C, Altenhöner T, Lochner P, Ferbert A, Hessian Stroke Data Bank Study Group ASH. Does age influence early recovery from ischemic stroke?. *Journal of neurology*. 2003 Jun 1;250(6):676-81.
 46. Chetta A, Zanini A, Pisi G, Aiello M, Tzani P, Neri M, Olivieri D. Reference values for the 6-min walk test in healthy subjects 20–50 years old. *Respiratory medicine*. 2006 Sep 1;100(9):1573-8.
 47. Stein J, Brandstater ME. Stroke rehabilitation. *Delisa's Physical Medicine & Rehabilitation*. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins. 2010;551.
 48. Horn SD, DeJong G, Smout RJ, Gassaway J, James R, Conroy B. Stroke rehabilitation patients, practice, and outcomes: is earlier and more aggressive therapy better? *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005 Dec 1;86(12):101-14.

49. Giaquinto S. Comorbidity in post-stroke rehabilitation. *European journal of neurology*. 2003 May;10(3):235-8.
50. American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111–117.
51. Yang HC, Lee CL, Lin R, Hsu MJ, Chen CH, Lin JH, Lo SK. Effect of biofeedback cycling training on functional recovery and walking ability of lower extremity in patients with stroke. *The Kaohsiung journal of medical sciences*. 2014 Jan 1;30(1):35-42.
52. Loewen SC, Anderson BA. Predictors of stroke outcome using objective measurement scales. *Stroke*. 1990 Jan 1;21(1):78-81.
53. Pohl PS, Duncan PW, Perera S, Liu W, Lai SM, Studenski S, Long J. Influence of stroke-related impairments on performance in 6-minute walk test. *Journal of rehabilitation research and development*. 2002 Jul 1;39(4):439-44.
54. Zorowitz RD, Baerga E, Cuccurullo SJ. *Stroke*. IN: Cuccurullo SJ. *Physical medicine and rehabilitation board review*. 2nd Edition. New York: Demos Medical. 2015.