

**KARYA AKHIR**

**EFEK LATIHAN *TREADMILL* INTENSITAS SEDANG DENGAN  
PENINGKATAN KECEPATAN DAN INKLINASI BERTAHAP  
TERHADAP TES FUNGSI PARU (FEV1 DAN FVC) PADA  
PENDERITA DIABETES MELLITUS TIPE 2 LAKI-LAKI**



Fitria Kusuma Wardhani

NIM 011428166304

Pembimbing:

Andriati, dr., Sp.KFR-K\*

I Putu Alit Pawana, dr., Sp.KFR-K\*

Dr. Sony Wibisono, dr., Sp.PD-KEMD, FINASIM\*\*

\*Staf Pengajar PPDS 1 Departemen/SMF Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi

\*\*Staf Pengajar Departemen/SMF Ilmu Penyakit Dalam

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I  
PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN FISIK DAN REHABILITASI  
FK UNAIR/RSUD Dr. SOETOMO SURABAYA  
2019**

**KARYA AKHIR**

**EFEK LATIHAN *TREADMILL* INTENSITAS SEDANG DENGAN  
PENINGKATAN KECEPATAN DAN INKLINASI BERTAHAP  
TERHADAP TES FUNGSI PARU (FEV1 DAN FVC) PADA  
PENDERITA DIABETES MELLITUS TIPE 2 LAKI-LAKI**

Fitria Kusuma Wardhani

NIM 011428166304

Pembimbing:

Andriati, dr., Sp.KFR-K\*

I Putu Alit Pawana, dr., Sp.KFR-K\*

Dr. Sony Wibisono, dr., Sp.PD-KEMD, FINASIM\*\*

\*Staf Pengajar PPDS 1 Departemen/SMF Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi

\*\*Staf Pengajar Departemen/SMF Ilmu Penyakit Dalam

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I  
PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN FISIK DAN REHABILITASI  
FK UNAIR/RSUD Dr. SOETOMO SURABAYA  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

### EFEK LATIHAN TREADMILL INTENSITAS SEDANG DENGAN PENINGKATAN KECEPATAN DAN INKLINASI BERTAHAP TERHADAP TES FUNGSI PARU (FEV1 DAN FVC) PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS TIPE 2 LAKI-LAKI

Karya Akhir Dalam Rangka Memperoleh Tanda Keahlian

Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi

Pada Program Studi Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi

Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga

November 2019

Peneliti

Fitria Kusuma Wardhani, dr.

Pembimbing I



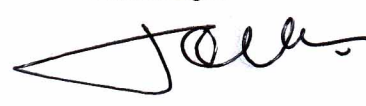
Andriati, dr., Sp.KFR-K  
NIP. 196104011988102001

Pembimbing II



I Putu Alit Pavana, dr., Sp.KFR-K  
NIP. 197312292009041001

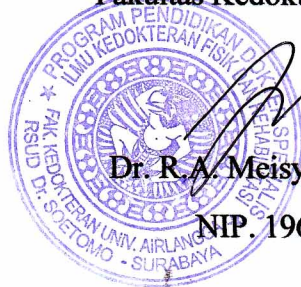
Pembimbing III



Dr.dr.Sony Wibisono, Sp. PD-KEMD, FINASIM  
NIP. 196210182016016101

Koordinator Program Studi Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi

Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga



Dr. R. A. Meisy Andriana, dr., Sp.KFR-K

NIP. 196005011988022002

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fitria Kusuma Wardhani, dr

NIM : 011428166304

Program Studi : Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi.

Menyatakan bahwa karya akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.



Yang menyatakan,

Fitria Kusuma Wardhani, dr.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur terima kasih kepada Allah SWT yang atas karuniaNya dengan sabar telah menolong saya, sehingga saya dapat menyelesaikan karya akhir saya mengenai **“Efek Latihan *Treadmill* Intensitas Sedang dengan Peningkatan Kecepatan dan Inklinasi Bertahap terhadap Tes Fungsi Paru (FEV1 dan FVC) pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 Laki-laki”**. Karya akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan keahlian dalam bidang Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.

Pada kesempatan ini Saya mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Soetojo, dr., Sp.U sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya, yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Prof. Dr. Agung Pranoto, dr., MKes, SpPD.K-EMD, FINASIM sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya periode sebelumnya, yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Dr. Joni Wahyuhadi, dr., Sp. BS-K sebagai Direktur RSUD Dr. Soetomo Surabaya yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Bayu Santoso, dr., Sp.KFR-K sebagai guru dan staf pengajar senior Departemen/ SMF Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya, atas bimbingan, arahan dan masukan selama pendidikan dan dalam penyelesaian tesis ini.

5. Prof. Dr. Hening L. Putra, dr., Sp.KFR-K sebagai guru dan staf pengajar senior Departemen Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo Surabaya, atas bimbingan, arahan dan masukan selama pendidikan dan dalam penyelesaian tesis ini.
6. Nuniek Nugraheni S, dr., Sp.KFR-K sebagai Kepala Instalasi Rehabilitasi Medik RSUD Dr. Soetomo Surabaya, serta guru dan staf pengajar senior Departemen Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya, atas bimbingan, arahan dan masukan selama pendidikan dan dalam penyelesaian tesis ini.
7. Reni H. Masduchi, dr.Sp.KFR (K), sebagai Kepala Departemen/ SMF Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya, guru dan staf pengajar senior Departemen Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya,
8. Dr. Meisy Andriana, dr.,Sp.KFR-K sebagai Ketua Program Studi Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya, atas bimbingan, arahan dan masukan selama pendidikan dan dalam penyelesaian karya akhir ini.
9. Dewi Poerwandari, dr., Sp.KFR-K sebagai Sekretaris Program Studi Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya.
10. Andriati, dr., Sp.KFR-K, sebagai pembimbing pertama karya akhir dan orang tua asuh saya, atas bimbingan, arahan, masukan dalam penyelesaian karya akhir ini.

11. I Putu Alit Pawana, dr., Sp.KFR-K, sebagai pembimbing kedua karya akhir saya, atas bimbingan, arahan dan masukan dalam penyelesaian karya akhir ini.
12. Dr. Sony Wibisono, dr., Sp.PD-KEMD, FINASIM, sebagai pembimbing ketiga tesis saya, atas bimbingan, arahan masukan dalam penyelesaian karya akhir ini.
13. Dr. Soenarnatalina M, Ir., MKes dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya yang telah memberikan bimbingan metodologi penelitian dan statistik dalam karya akhir ini.
14. Dr. Damayanti Tinduh, dr.Sp.KFR-K, atas bimbingan, arahan dan masukan dalam penyelesaian karya akhir ini.
15. Seluruh staf pengajar Departemen/ SMF Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo yang telah memberikan bimbingan selama saya mengikuti pendidikan dan dalam penyelesaian karya akhir ini.
16. Seluruh subjek penelitian yang berkenan meluangkan waktu dan tenaga untuk berpartisipasi dalam karya akhir ini.
17. Yang tercinta dan tersayang suami saya Eko Oktiawan Wicaksono dan anak saya Andra Al-Farizi Wicaksono serta Annisa Azzahra Harumi Wicaksono atas curahan kasih sayang, perhatian, kesabaran, doa dan dukungan mulai awal masa pendidikan. Tanpa kebesaran hati mereka, saya tidak akan sampai pada tahap ini.
18. Yang tercinta orang tua saya bapak Choesaini, SE dan ibu Herlina Poerwandini, serta kakak saya Choesnia Dewi Ayu dan Edo Herdiansyah atas dukungan dan doa untuk saya selama ini.

19. Yang tercinta mertua saya bapak Prof. Dr. Usman Hadi, dr., Sp.PD, K-PTI dan ibu Dr. S.M Mei Wulan, dr., Sp.KFR-K atas dukungan, doa, bimbingan, serta masukannya untuk saya selama ini.
20. Rekan penelitian saya Bona Pardede, Mas'adah, dan Dimas Bagus Respati yang sudah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam penyelesaian penelitian ini.
21. Teman sejawat Peserta PPDS I Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya, yang telah membantu dan memberikan dukungan penyelesaian karya akhir ini.
22. Seluruh fisioterapis, terapis wicara, terapis okupasional, ortotik prostetik, kesekretariatan, dan karyawan karyawan Instalasi Rehabilitasi Medik RSUD Dr. Soetomo Surabaya, yang telah membantu saya selama mengikuti program pendidikan dokter spesialis.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, karena itu saya mengharapkan saran yang akan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pelayanan masyarakat. Mohon maaf atas segala sikap dan tutur kata yang tidak berkenan selama menjalani masa pendidikan dokter spesialis Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi. Semoga ilmu yang saya terima selama ini dapat memberikan manfaat yang luas untuk meningkatkan pelayanan pasien.

Surabaya, November 2019

Peneliti

Fitria Kusuma Wardhani



## RINGKASAN

**EFEK LATIHAN *TREADMILL* INTENSITAS SEDANG DENGAN  
PENINGKATAN KECEPATAN DAN INKLINASI BERTAHAP TERHADAP  
TES FUNGSI PARU (FEV1 DAN FVC) SERUM PENDERITA DIABETES  
MELLITUS TIPE 2 LAKI-LAKI**

Diabetes Mellitus (DM) saat ini menjadi problem kesehatan utama di seluruh dunia. Diabetes mellitus juga sering menimbulkan berbagai komplikasi yang dapat mempengaruhi beban biaya kesehatan negara. Saat ini DM menempati urutan keempat atau kelima sebagai penyebab kematian di negara dengan pendapatan perkapita yang tinggi dan menjadi epidemi di negara dengan pendapatan perkapita yang rendah atau menengah.

Penyebab utama kematian pada penderita DM adalah komplikasi yang disebabkan hiperglikemia kronis. Saat ini semakin banyak studi yang menunjukkan bahwa paru merupakan salah satu target organ mikroangiopati pada penderita DM. Penyakit paru terkait DM meliputi kecenderungan infeksi, gangguan pernapasan saat tidur, serta penyakit paru seperti pneumonia, asma, fibrosis paru, dan tuberkulosis paru. Gangguan paru akibat mikroangiopati pada DM dapat terlihat dari penurunan parameter spirometri, yaitu FVC (*Forced Vital Capacity*) dan FEV1 (*Forced Expiratory Volume* pada detik pertama). *Forced Vital Capacity* menggambarkan volume fungsional paru yang dapat menggambarkan kekuatan otot pernapasan yang dipengaruhi oleh elastisitas paru dan resistensi saluran pernapasan. Indikator fungsi paru lainnya adalah FEV1. Penurunan FEV1 dapat menggambarkan penurunan kapasitas total paru, obstruksi jalan napas, berkurangnya kapasitas *recoil* paru, serta pengembangan otot napas yang tidak cukup.

Latihan fisik merupakan salah satu modalitas terapi untuk DM tipe 2. Latihan fisik regular dengan intensitas sedang terbukti efektif sebagai pencegahan dan menunda onset DM serta dapat memperbaiki sensitivitas insulin dan metabolisme glukosa serta lipid. Latihan aerobik mengacu pada penggunaan oksigen untuk memenuhi energi secara memadai selama latihan melalui metabolisme aerobik. Latihan aerobik juga dapat meningkatkan kekuatan otot napas serta volume paru fungsional yang tampak pada FVC dan FEV1. Perbaikan nilai FEV1 dan FVC pada DM juga dapat diakibatkan oleh peran latihan dalam memperbaiki gula darah.

*Treadmill* merupakan salah satu cara yang digunakan dalam latihan aerobik. Keuntungan latihan menggunakan *treadmill* adalah semua aspek latihan dapat dikontrol, seperti kecepatan, inklinasi, periode pemanasan dan pendinginan, kalori yang terbakar, serta detak jantung. Pengaturan inklinasi memungkinkan untuk latihan dengan konsisten.

Penelitian mengenai efek terapi latihan aerobik pada *treadmill* dengan peningkatan inklinasi dan kecepatan bertahap pada fungsi paru DM tipe 2 terutama pada populasi orang Indonesia masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek latihan *treadmill* intensitas sedang dengan

peningkatan kecepatan dan inklinasi bertahap terhadap parameter fungsi paru yang dinilai dengan FEV1, FVC pada DM tipe 2.

Subyek penelitian ini adalah penderita diabetes mellitus tipe 2 laki-laki, usia 35-55 tahun, dengan indeks massa tubuh 18,5-28,5 kg/m<sup>2</sup>. Dua puluh dua orang subyek dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Subyek perlakuan mendapatkan terapi standar dan latihan *treadmill* intensitas sedang (65-75% HRmaks) dengan peningkatan kecepatan dan inklinasi bertahap selama 30 menit, 3 kali per minggu, selama 4 minggu. Kelompok kontrol hanya mendapatkan terapi standar tanpa latihan *treadmill*. Dilakukan pemeriksaan FEV1 dan FVC sebelum dan setelah perlakuan dengan menggunakan spirometri.

Terdapat peningkatan bermakna tes fungsi paru (FEV1 dari 2,48±0,38 menjadi 2,81±0,40; p=0,001 dan FVC dari 2,99±0,34 menjadi 3,33±0,34; p=0,003) pada subyek DM tipe 2 laki-laki yang mendapatkan latihan *treadmill* intensitas sedang dengan peningkatan kecepatan dan inklinasi bertahap selama 4 minggu. Pada kelompok kontrol tidak didapatkan peningkatan bermakna tes fungsi paru (FEV1 dari 2,41±0,55 menjadi 2,43±0,54; p=0,248 dan FVC dari 2,78±0,51 menjadi 2,85±0,63; p=0,186). Terdapat perbedaan bermakna tes fungsi paru (FEV1; p=0,001 dan FVC; p=0,005) pada subyek DM tipe 2 laki-laki yang mendapatkan 4 minggu latihan *treadmill* intensitas sedang dengan kecepatan dan inklinasi bertahap dibandingkan kelompok kontrol yang hanya mendapat terapi standar. *Effect size* nilai FEV1 sebesar 0,80 sedangkan nilai FVC sebesar 0,93. Hasil ini menunjukkan bahwa latihan *treadmill* intensitas sedang dengan peningkatan kecepatan dan inklinasi bertahap selama 4 minggu memberikan efek yang besar pada peningkatan nilai FEV1 dan FVC penderita DM tipe 2.

Perbaikan nilai FEV1 dan FVC kemungkinan berhubungan dengan perbaikan metabolisme glukosa yang terjadi setelah latihan. Latihan *treadmill* intensitas sedang dapat mengontrol kadar glukosa. Selama latihan aerobik, konsumsi oksigen seluruh tubuh meningkat sebanyak 20 kali. Untuk memenuhi kebutuhan energi ini, otot skeletal menggunakan cadangan glikogen dan trigliserida. Pada kondisi ini terjadi peningkatan pemecahan trigliserida jaringan lemak yang menghasilkan asam lemak bebas, serta penurunan glukoneogenesis dari sel hati sehingga terjadi penurunan glukosa darah.

Latihan aerobik dapat menurunkan hambatan jalan napas dan memperbaiki ventilasi paru. Latihan dapat meningkatkan laju dan kedalaman pernapasan sehingga dapat memperbaiki FVC, konsumsi oksigen, serta laju difusi. Peningkatan FVC setelah latihan dapat terjadi akibat peningkatan kekuatan otot pernapasan, penurunan hambatan udara, perbaikan *compliance* paru, penurunan konsentrasi laktat di darah, serta perbaikan ambilan laktat oleh otot yang terlatih.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian latihan *treadmill* intensitas sedang dengan peningkatan kecepatan dan inklinasi bertahap dapat meningkatkan FEV1 dan FVC pada penderita diabetes mellitus tipe 2 laki-laki.

## SUMMARY

### **EFFECT OF MODERATE INTENSITY TREADMILL EXERCISE WITH GRADUAL INCREASED SPEED AND INCLINATION ON PULMONARY FUNCTION TEST (FEV1 & FVC) IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS MALE PATIENTS**

Diabetes Mellitus (DM) is a worldwide major health problem. Diabetes mellitus often causes various complications that can affect the health costs. Currently DM ranks fourth or fifth as a cause of death in countries with high income per capita and becomes an epidemic in countries with low or medium income per capita.

The main cause of death in patient with DM is complications caused by chronic hyperglycemia. Nowadays many studies show that the lung is one of the microangiopathic organs target in patient with DM. DM-related pulmonary diseases include the tendency of infection, breathing disorders during sleep, and lung diseases such as pneumonia, asthma, pulmonary fibrosis, and pulmonary tuberculosis.

Pulmonary disorders due to microangiopathy in DM can be seen from the decrease in spirometry parameters; FVC (Forced Vital Capacity) and FEV1 (Forced Expiratory Volume in the first second). Forced Vital Capacity describes the functional volume of the lung that can describe the strength of respiratory muscles that are affected by lung elasticity and respiratory resistance. Another lung function indicator is FEV1. A decrease in FEV1 may represent a decrease in total lung capacity, airway obstruction, reduced lung recoil capacity, and inadequate respiratory muscle expansion.

Physical exercise is one of the therapeutic modalities for type 2 diabetes. Regular physical exercise with moderate intensity is proven to be effective as a prevention, delay the onset of DM, can improve insulin sensitivity, improve glucose and lipid metabolism. Aerobic exercise refers to the use of oxygen to meet adequate energy during exercise through aerobic metabolism. Aerobic exercise can also increase the strength of the respiratory muscles as well as the functional pulmonary volume seen on FVC and FEV1. Improvement of FEV1 and FVC values in DM can also be caused by the role of exercise in improving blood sugar.

Treadmills is one of the methods used in aerobic exercise. The advantage of using a treadmill is that all aspects of exercise can be controlled, such as speed, inclination, warming and cooling periods, calories burned, and heart rate. The inclination setting allows for consistent practice.

The subjects of this study were men with type 2 diabetes mellitus, aged 35-55 years, with a body mass index of 18.5-28.5 kg / m<sup>2</sup>. Twenty-two subjects were divided into two groups, namely the treatment group and the control group. The treatment subjects received standard therapy and moderate intensity treadmill exercise (65-75% HR max) with increased speed and gradual inclination for 30 minutes, 3 times per week, for 4 weeks. The control group only got standard therapy, without treadmill training. FEV1 and FVC were examined before and after treatment using spirometry.

There was a significant increase in pulmonary function tests (FEV1 from  $2.48 \pm 0.38$  to  $2.81 \pm 0.40$ ;  $p = 0.001$  and FVC from  $2.99 \pm 0.34$  to  $3.33 \pm 0.34$ ;  $p = 0.003$ ) in subjects with type 2 DM men who get moderate intensity treadmill training for 4 weeks. In the control group there was no significant increase in pulmonary function tests (FEV1 from  $2.41 \pm 0.55$  to  $2.43 \pm 0.54$ ;  $p = 0.248$  and FVC from  $2.78 \pm 0.51$  to  $2.85 \pm 0.63$ ;  $p = 0.186$ ). There were significant differences in pulmonary function tests (FEV1;  $p = 0.001$  and FVC;  $p = 0.005$ ) in male DM type 2 subjects who received 4 weeks of moderate intensity treadmill training compared to the control group who only received standard therapy. The effect size of the FEV1 value is 0.80 while the FVC value is 0.93. These results indicate that moderate intensity treadmill training with increased speed and gradual inclination for 4 weeks has a large effect on increasing the FEV1 and FVC values of patients with type 2 DM.

Improvements in FEV1 and FVC values may be related to improvements in glucose metabolism that occur after exercise. Moderate treadmill exercise can control glucose levels. During aerobic exercise, oxygen consumption throughout the body increases by 20 times. To meet this energy requirement, skeletal muscles use glycogen and triglyceride reserves. In this condition there is an increase in the breakdown of triglycerides that produce free fatty acids, as well as a decrease in gluconeogenesis from liver cells resulting in a decrease in blood glucose.

Aerobic exercise can reduce airway obstruction and improve lung ventilation. Exercise can increase the rate and depth of breathing so that it can improve FVC, oxygen consumption, and the rate of diffusion. Increased FVC after exercise can occur due to increased respiratory muscle strength, decreased air resistance, improved lung compliance, decreased blood lactate concentration, and improved lactate uptake by trained muscles.

The conclusion of this study is that moderate intensity treadmill training with increased speed and gradual inclination can increase FEV1 and FVC in men with type 2 diabetes mellitus.