

**TESIS**

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK INTRADIALISIS  
INTENSITAS RINGAN TERHADAP *HEART RATE*  
*VARIABILITY*:**

**Penelitian pada Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir  
yang Menjalani Hemodialisis Berkelanjutan di  
Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya**



**Oleh:**

**Dilia Ratna Dewi  
NIM. 012115653122**

**PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN KLINIK  
JENJANG MAGISTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2022**

**TESIS**

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK INTRADIALISIS  
INTENSITAS RINGAN TERHADAP *HEART RATE  
VARIABILITY*:**

**Penelitian pada Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir  
yang Menjalani Hemodialisis Berkelanjutan di  
Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya**

**Oleh:**

**Dilia Ratna Dewi  
NIM. 012115653122**

**PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN KLINIK  
JENJANG MAGISTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2022**

**TESIS**

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK INTRADIALISIS INTENSITAS  
RINGAN TERHADAP *HEART RATE VARIABILITY*:  
Penelitian pada Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir  
yang Menjalani Hemodialisis Berkelanjutan di  
Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya**

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Magister  
Dalam Program Studi Ilmu Kedokteran Klinik  
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya

Oleh:

**Dilia Ratna Dewi**  
**NIM. 012115653122**

**PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN KLINIK  
JENJANG MAGISTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

TESIS INI TELAH DISETUJUI

PADA TANGGAL 24 NOVEMBER 2022

**Oleh:**

Pembimbing Ketua



Dr. dr. Damayanti Tinduh, Sp.K.F.R., M.S. (K)  
NIP. 197102122006042031

Pembimbing Kedua



dr. Andriati, Sp.K.F.R., K.R. (K)  
NIP. 196104011988102001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Kedokteran Klinik Jenjang Magister Fakultas

Kedokteran Universitas Airlangga



Prof. Dr. dr. Irwanto, Sp.A (K)  
NIP. 196502271990031010

## HALAMAN PENETAPAN PANITIA PENGUJI

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Dilia Ratna Dewi

NIM : 012115653122

Program Studi : Ilmu Kedokteran Klinik Jenjang Magister Fakultas Kedokteran  
Universitas Airlangga

Judul : Pengaruh Latihan Aerobik Intradialisis Intensitas Ringan  
terhadap *Heart Rate Variability*: Penelitian pada Pasien  
Penyakit Ginjal Tahap Akhir yang Menjalani Hemodialisis  
Berkelanjutan di Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo  
Surabaya

Tesis ini diuji dan dinilai oleh Panitia Penguji Program Studi Ilmu Kedokteran  
Klinik Jenjang Magister Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga pada tanggal:  
24 November 2022

## PANITIA PENGUJI HASIL TESIS

Ketua : Dr. Mohammad Fathul Qorib, dr., Sp.K.F.R.

Anggota : 1. Dr. Damayanti Tinduh, dr., Sp.K.F.R., M.S. (K)

2. Andriati, dr., Sp.K.F.R., K.R. (K)

3. Prof. Mochammad Thaha, dr., Ph.D., Sp.PD, K-GH, FINASIM,  
FACP, FASN

4. Dr. Soenarnatalina Melaniani, Ir., M.Kes

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dilia Ratna Dewi

NIM : 012115653122

Program Studi : Ilmu Kedokteran Klinik

Jenjang : Magister

Judul Tesis : Pengaruh Latihan Aerobik Intradialisis Intensitas Ringan terhadap *Heart Rate Variability*: Penelitian pada Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir yang Menjalani Hemodialisis Berkelanjutan di Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis saya ini adalah asli (hasil karya sendiri) bukan merupakan hasil peniruan atau penjiplakan (Plagiarism) dari karya orang lain. Tesis ini belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik.

Dalam tesis ini tidak terdapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan di dalam daftar pustaka. Demikian pernyataan ini dibuat tanpa adanya paksaan dari pihak manapun, apabila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan norma dan peraturan yang berlaku di Universitas Airlangga.

Surabaya, 24 November 2022



Dilia Ratna Dewi  
NIM. 012115653122

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tesis dengan judul, “Pengaruh Latihan Aerobik Intradialisis Intensitas Ringan terhadap *Heart Rate Variability*: Penelitian pada Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir yang Menjalani Hemodialisis Berkelanjutan di Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya”. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE, M.T., Ak., CMA selaku rektor Universitas Airlangga Surabaya, Prof. Dr. Budi Santoso, dr., Sp. OG-K sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya, dan Dr. Joni Wahyuhadi, dr., Sp. BS-K sebagai Direktur RSUD Dr. Soetomo atas kesempatan bagi penulis untuk mengikuti Pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga dan RSUD Dr. Soetomo.
2. Prof. Dr. Irwanto, dr., Sp. A (K) selaku Koordinator Program Studi Ilmu Kedokteran Klinik Jenjang Magister Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga atas kesempatan bagi penulis untuk mengikuti Pendidikan di Program Studi Magister Ilmu Kedokteran Klinik Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga.
3. Bayu Santoso, dr., Sp.K.F.R., N.M. (K) sebagai guru dan staf pengajar senior Departemen/ SMF Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo, atas bimbingan dan arahan selama pendidikan.
4. Dr. Ratna D Haryadi Soebadi, dr., Sp.K.F.R., Ped. (K) sebagai guru dan staf pengajar senior Departemen/SMF Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo, atas bimbingan dan arahan selama pendidikan.
5. Prof. Dr. Hening L. Putra, dr., Sp.K.F.R., K.R. (K) sebagai guru dan staf pengajar senior Departemen Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo, atas bimbingan dan arahan selama pendidikan.

6. Dr. Damayanti Tinduh, dr., Sp.K.F.R., M.S. (K) sebagai guru dan staf pengajar senior Departemen Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya, sekaligus pembimbing ketua penulis yang telah memberikan bimbingan, arahan dan dukungan semangat selama pendidikan, penelitian, dan penyelesaian tesis ini.
7. Nuniek Nugraheni S, dr., dr., Sp.K.F.R., Ger. (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, yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama pendidikan.
8. Dr. Meisy Andriana, dr., dr., Sp.K.F.R., N.M. (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 atas bimbingan dan arahan selama pendidikan.
9. Andriati, dr., Sp. dr., Sp.K.F.R., K.R. (K) sebagai Ketua Program Studi Ilmu 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, sekaligus sebagai pembimbing kedua penulis yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan semangat selama pendidikan, penelitian, dan penyelesaian tesis ini.
10. Rwahita Satyawati, dr., Sp.K.F.R., Ger. (K) sebagai guru dan staf pengajar senior Departemen Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya, sekaligus sebagai dosen wali penulis yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan semangat selama pendidikan.
11. Nurul Kusuma Wardani, dr., Sp.K.F.R. sebagai Sekretaris Program Studi Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas

Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya atas bimbingan dan arahan selama pendidikan.

12. Prof. Mochammad Thaha, dr., Ph.D., Sp. PD, K-GH. FINASIM, FACP, FASN sebagai penguji dari Divisi Nefrologi, yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan dalam penyelesaian tesis ini.
13. Dr. Soenarnatalina Melaniani, Ir., M.Kes yang telah memberikan bimbingan metodologi penelitian dan statistik dalam tesis ini.
14. Dr. Mohammad Fathul Qorib, dr. Sp.K.F.R. sebagai penguji tesis, yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan dalam penyelesaian tesis ini.
15. Seluruh staf pengajar Departemen/KSM Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo yang telah memberikan bimbingan selama mengikuti pendidikan dan dalam penyelesaian tesis ini.
16. Seluruh staf pengajar Divisi Nefrologi Departemen/KSM Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo atas bimbingan, dukungan, bantuan, dan kesediaan selama penelitian.
17. Orang tua penulis Bapak Darmaji dan Ibu Darwati, serta mertua penulis, Bapak Ir. H. Syuhada' Abdullah dan Ibu Hj. Fatmaningsih, beserta seluruh keluarga besar atas segala doa, kasih sayang, perhatian, kesabaran dan dukungannya hingga saat ini.
18. Suami penulis, Akbar Novianto Hadaningputra, S.Pi., M.Si. dan buah hati tercinta, Antarez Ocean Kemal Akbar dan Crystal Deandra Nadeera Akbar atas doa, kasih sayang, kesabaran, perhatian, dan dukungannya.
19. Rekan–rekan penelitian, Vina Amalia, dr., Juwita Arum Mayangsari, dr., Andi Sulistyو Saputrana, dr., Angga Maulidha, dr., Handoko Haryono, dr., yang telah membantu dan bekerja sama dengan baik selama penelitian ini.
20. Rekan–rekan fisioterapis yang membantu selama penelitian, Eko Titik H, Amd.Fis. dan Dewi Irawati, Amd.Fis. yang telah membantu dan bekerja sama dengan baik selama berjalannya penelitian ini.
21. Rekan–rekan perawat Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya atas dukungan, bantuan, dan kesediaannya selama penulis melakukan penelitian.

22. Seluruh subjek penelitian yang berkenan meluangkan waktu dan tenaga untuk berpartisipasi dalam penelitian ini.
23. Teman–teman, kakak kelas, adik kelas, seluruh PPDS I Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo Surabaya, yang telah membantu dan memberikan dukungan penyelesaian tesis ini.
24. Seluruh fisioterapis, terapis okupasional, terapis wicara, ortotik prostetik, kesekretariatan, dan karyawan karyawan Instalasi Rehabilitasi Medik RSUD Dr. Soetomo Surabaya, yang telah membantu saya selama mengikuti program pendidikan dokter spesialis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat untuk penelitian berikutnya dan peningkatan kesehatan pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir di Indonesia. Penulis mengharapkan saran yang akan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Penulis memohon maaf atas segala sikap dan tutur kata yang tidak berkenan selama menjalani masa Pendidikan dokter spesialis Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi dan Magister Ilmu Kedokteran Klinik.

Surabaya, 24 November 2022

Penulis



Dilia Ratna Dewi

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Airlangga, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dilia Ratna Dewi

NIM : 012115653122

Program Studi : Magister Ilmu Kedokteran Klinik

Fakultas : Kedokteran

Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Airlangga Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul **Pengaruh Latihan Aerobik Intradialis Intensitas Ringan terhadap *Heart Rate Variability*: Penelitian pada Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir yang Menjalani Hemodialisis Berkelanjutan di Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya.**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Airlangga berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 24 November 2022

Yang Menyatakan



Dilia Ratna Dewi

## RINGKASAN

**Pengaruh Latihan Aerobik Intradialisis Intensitas Ringan terhadap Heart Rate Variability: Penelitian pada Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir yang Menjalani Hemodialisis Berkelanjutan di Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya**

Penyakit Ginjal Tahap Akhir (PGTA) telah menjadi masalah kesehatan utama di seluruh dunia dengan jumlah penderita yang bertambah dengan cepat. Pasien PGTA yang menjalani HD berkelanjutan cenderung mengalami penurunan tingkat aktivitas fisik dan menjalani gaya hidup sedenter. Inaktivitas fisik pada pasien PGTA merupakan faktor risiko bermakna untuk terjadinya morbiditas dan mortalitas. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa perilaku sedenter meningkatkan risiko kardiometabolik dan berkontribusi pada perkembangan banyak penyakit kronis. Perubahan kardiometabolik akibat gaya hidup yang tidak banyak bergerak mungkin membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk dapat dideteksi secara klinis, sehingga diperlukan penanda biologis yang terlibat dalam terjadinya disfungsi ini.

*Heart Rate Variability* (HRV) merupakan metode noninvasif untuk menilai modulasi otonom jantung. Perubahan pola HRV berfungsi sebagai indikator kesehatan. *Heart Rate Variability* dapat diukur dalam domain waktu, domain frekuensi, serta pengukuran nonlinier. Parameter HRV yang umum digunakan antara lain *Standard Deviation of Normal-to-Normal intervals* (SDNN), *root-Mean Square of the Difference of Successive R-R intervals* (rMSSD), dan rasio *low-frequency* (LF) dengan *high-frequency* (HF). Peningkatan tonus simpatis ditunjukkan oleh penurunan SDNN dan/atau peningkatan rasio LF/HF, sementara rMSSD menggambarkan sistem saraf otonom parasimpatis. Intervensi yang meningkatkan HRV seperti terapi latihan secara teori akan memperbaiki fungsi kardiovaskular.

Penelitian ini menggunakan metode *experimental* dengan rancangan *pre and post test randomized control group*, dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh latihan aerobik intradialisis intensitas ringan terhadap *Heart Rate*

*Variability* pasien PGTA yang menjalani hemodialisis berkelanjutan. Sebanyak 18 subjek dapat mengikuti penelitian hingga akhir, yang terdiri dari 9 orang pada masing-masing kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Kelompok perlakuan mendapatkan program latihan aerobik intradialisis intensitas ringan ( $THR = HR_{rest} + 30-39\% HRR$  atau skala Borg 11-12 untuk usaha, 4 untuk sesak, atau 4 untuk kaki lelah, salah satu yang lebih dulu tercapai). Latihan menggunakan *cycle ergometer* selama 30 menit, 2 kali seminggu selama 12 minggu. Kedua kelompok diberikan edukasi untuk melanjutkan terapi obat–obatan seperti sebelumnya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat peningkatan bermakna pada SDNN, rMSSD, dan rasio LF/HF setelah intervensi selama 12 minggu pada kelompok perlakuan (SDNN  $p=0,126$ , rMSSD  $p=0,171$ , dan rasio LF/HF  $p=0,258$ ). Hasil perhitungan besar efek Cohen's D menunjukkan bahwa latihan aerobik intradialisis intensitas ringan selama 12 minggu memberikan efek sedang pada nilai SDNN (0,568) dan rMSSD (0,502) serta efek kecil pada rasio LF/HF (0,409). Perbandingan nilai  $\Delta$  SDNN,  $\Delta$  rMSSD, dan  $\Delta$  rasio LF/HF antara kelompok perlakuan dan kontrol di akhir penelitian didapatkan perbedaan bermakna pada  $\Delta$  SDNN ( $p = 0,034$ ), tetapi tidak didapatkan perbedaan bermakna pada  $\Delta$  rMSSD, dan  $\Delta$  rasio LF/HF ( $p = 0,157$  dan  $p=0,859$ ) antara kelompok perlakuan dan kontrol di akhir penelitian. Hasil perhitungan besar efek Cohen's D menunjukkan bahwa latihan aerobik intradialisis intensitas ringan selama 12 minggu memberikan efek besar untuk  $\Delta$  SDNN (1,01), efek sedang untuk  $\Delta$  rMSSD (0,70) serta efek sangat kecil pada  $\Delta$  rasio LF/HF (0,09). Program latihan ini juga meningkatkan rerata nilai SDNN dan rMSSD dari rentang normatif abnormal menjadi perbatasan abnormal. Latihan aerobik intradialisis intensitas ringan aman dan dapat ditoleransi dengan baik oleh pasien PGTA. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi penelitian berikutnya dan diharapkan latihan aerobik intradialisis memiliki manfaat untuk menurunkan risiko kejadian kardiovaskular pada pasien PGTA yang menjalani hemodialisis berkelanjutan.

## SUMMARY

**The Effect of Low Intensity Intradialytic Aerobic Exercise on Heart Rate Variability: A Research in End Stage Renal Disease on Maintenance Hemodialysis Patients in Dialysis Installation  
Dr. Soetomo Hospital Surabaya**

End-Stage Kidney Disease (ESRD) has become a major health problem worldwide with the number of sufferers growing rapidly. Patients with ESRD undergoing continuous HD tend to experience decreased levels of physical activity and lead to sedentary lifestyle. Physical inactivity in ESRD patients is a significant risk factor for morbidity and mortality. Recent studies have shown that sedentary behavior increases cardiometabolic risk and contributes to the development of many chronic diseases. The cardiometabolic changes resulted from a sedentary lifestyle may take years to become clinically detectable, so the biologic markers involved in the development of this dysfunction are needed.

Heart Rate Variability (HRV) is a noninvasive method to assess cardiac autonomic modulation. Changes in HRV patterns serve as indicators of health. Heart Rate Variability can be measured in the time domain, frequency domain, as well as nonlinear measurements. HRV parameters commonly used include Standard Deviation of Normal-to-Normal intervals (SDNN), root-Mean Square of the Difference of Successive R-R intervals (rMSSD), and the ratio of low-frequency (LF) to high-frequencies (HF). An increase in sympathetic tone is indicated by a decrease in SDNN and/or an increase in the LF/HF ratio, while rMSSD represents the parasympathetic autonomic nervous system. Interventions that improve HRV, such as exercise therapy, will theoretically improve cardiovascular function.

This study used an experimental method with a pre- and post-test randomized control group design, with the aim of analyzing the effect of low-intensity intradialytic aerobic exercise on Heart Rate Variability of ESRD patients undergoing maintenance hemodialysis. A total of 18 subjects were able to follow the study until the end, consisting of 9 people in each exercise group and control

group. The exercise group received a low intensity intradialytic aerobic exercise program ( $THR = HR_{rest} + 30-39\% HRR$  or a Borg scale of 11-12 for effort, 4 for dyspnea, or 4 for fatigue, whichever came first). Exercise using a cycle ergometer was conducted for 30 minutes, 2 times a week for 12 weeks. Both groups were given education to continue drug therapy as usual.

The results of this study showed that there was no significant improvement in SDNN, rMSSD, and LF/HF ratio after 12 weeks of intervention in the exercise group (SDNN  $p=0.126$ , rMSSD  $p=0.171$ , and LF/HF ratio  $p=0.258$ ). The results of Cohen's D effect size calculation showed that low intensity intradialytic aerobic exercise for 12 weeks had a moderate effect on the SDNN (0.568) and rMSSD (0.502), and a small effect on the LF/HF ratio (0.409). Comparison of the values of  $\Delta$  SDNN,  $\Delta$  rMSSD, and  $\Delta$  LF/HF ratio between the exercise and control groups at the end of the study showed significant differences in  $\Delta$  SDNN ( $p = 0.034$ ), but no significant differences were found in  $\Delta$  rMSSD, and  $\Delta$  LF/HF ratio ( $p = 0.157$  and  $p = 0.859$ ) between the exercise and control groups at the end of the study. The results of Cohen's D effect size calculation showed that low intensity intradialytic aerobic exercise for 12 weeks had a large effect on  $\Delta$  SDNN (1.01), a moderate effect on  $\Delta$  rMSSD (0.70), and a very small effect on  $\Delta$  LF/HF ratio (0.09). This exercise program also increased the mean value of SDNN and rMSSD from the abnormal normative range to the borderline abnormal. Low-intensity intradialytic aerobic exercise is safe and well tolerated by ESRD patients. The results of this study are expected to be a reference for future research and it is hoped that intradialytic aerobic exercise has benefits in reducing the risk of cardiovascular events in ESRD patients undergoing maintenance hemodialysis.

**Pengaruh Latihan Aerobik Intradialisis Intensitas Ringan terhadap Heart Rate Variability: Penelitian pada Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir yang Menjalani Hemodialisis Berkelanjutan di Instalasi Dialisis RSUD Dr. Soetomo Surabaya**

Dilia Ratna Dewi, Damayanti Tinduh, Andriati, Mochammad Thaha,  
Soenarnatalina Melaniani

**ABSTRAK**

**Latar Belakang:** Pasien Penyakit Ginjal Tahap Akhir (PGTA) yang menjalani hemodialisis (HD) berkelanjutan cenderung mengalami penurunan aktivitas fisik yang meningkatkan risiko kardiometabolik dan membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk dapat dideteksi secara klinis. *Heart Rate Variability* (HRV) merupakan metode noninvasif untuk menilai modulasi otonom jantung. Parameter HRV yang umum digunakan yaitu *Standard Deviation of Normal-to-Normal intervals* (SDNN), *root-Mean Square of the Difference of Successive R-R intervals* (rMSSD), dan rasio *low-frequency* (LF)/*high-frequency* (HF). Intervensi yang meningkatkan HRV seperti latihan secara teori akan memperbaiki fungsi kardiovaskular.

**Obyektif:** Untuk menganalisis pengaruh latihan aerobik intradialisis intensitas ringan terhadap *Heart Rate Variability* pasien PGTA yang menjalani hemodialisis berkelanjutan.

**Metode:** Penelitian dilakukan pada bulan Maret hingga Juni 2021. Delapan belas pasien PGTA dibagi menjadi kelompok perlakuan dan kontrol mengikuti penelitian sampai akhir. Kelompok perlakuan melakukan program latihan aerobik intradialisis intensitas ringan 2 kali seminggu selama 12 minggu. Kedua kelompok diedukasi melanjutkan terapi obat-obatan seperti sebelumnya. Pengukuran HRV dilakukan sebelum dan setelah intervensi.

**Hasil:** Tidak terdapat peningkatan bermakna nilai SDNN, rMSSD, dan rasio LF/HF setelah intervensi pada kelompok perlakuan (SDNN  $p=0,126$ , rMSSD  $p=0,171$ , dan rasio LF/HF  $p=0,258$ ). Besar efek Cohen's D menunjukkan efek sedang pada nilai SDNN dan rMSSD, serta efek kecil pada rasio LF/HF. Perbandingan  $\Delta$  SDNN,  $\Delta$  rMSSD, dan  $\Delta$  rasio LF/HF didapatkan perbedaan bermakna pada  $\Delta$  SDNN ( $p=0,034$ ), tetapi tidak didapatkan perbedaan bermakna pada  $\Delta$  rMSSD ( $p=0,157$ ) dan  $\Delta$  rasio LF/HF ( $p=0,859$ ) antara kelompok perlakuan dan kontrol di akhir penelitian. Besar efek Cohen's D menunjukkan bahwa latihan aerobik intradialisis intensitas ringan selama 12 minggu memberikan efek besar untuk  $\Delta$  SDNN, efek sedang untuk  $\Delta$  rMSSD (0,70) serta efek sangat kecil pada  $\Delta$  rasio LF/HF (0,09). Terdapat peningkatan rerata nilai SDNN dan rMSSD dari rentang normatif abnormal menjadi perbatasan abnormal.

**Kesimpulan:** Latihan aerobik intradialisis intensitas ringan selama 12 minggu meningkatkan sebagian parameter HRV secara bermakna pada pasien PGTA yang menjalani hemodialisis berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Latihan intradialisis, Penyakit Ginjal Tahap Akhir, *Heart Rate Variability*

**The Effect of Low Intensity Intradialytic Aerobic Exercise on Heart Rate Variability: A Research in End Stage Renal Disease on Maintenance Hemodialysis Patients in Dialysis Installation  
Dr. Soetomo Hospital Surabaya**

Dilia Ratna Dewi, Damayanti Tinduh, Andriati, Mochammad Thaha,  
Soenarnatalina Melaniani

**ABSTRACT**

**Background:** End-stage renal disease (ESRD) patients undergoing maintenance hemodialysis (HD) tend to experience decreased physical activity which increases cardiometabolic risk and takes years to become clinically detectable. Heart Rate Variability (HRV) is a noninvasive method to assess cardiac autonomic modulation. HRV parameters commonly used are Standard Deviation of Normal-to-Normal intervals (SDNN), root-Mean Square of the Difference of Successive R-R intervals (rMSSD), and low-frequency (LF)/high-frequency (HF) ratio. Interventions that improve HRV, such as exercise, will theoretically improve cardiovascular function.

**Objective:** To analyze the effect of low intensity intradialytic aerobic exercise on *Heart Rate Variability* in End Stage Renal Disease on maintenance hemodialysis patients.

**Methods:** The study was conducted from March to June 2021. Eighteen ESRD patients were divided into exercise and control groups following the study until the end. The exercise group did a low-intensity intradialytic aerobic exercise program twice a week for 12 weeks. Both groups were educated to continue drug therapy as before. HRV measurements were performed before and after the intervention.

**Results:** There was no significant improvement in SDNN, rMSSD, and LF/HF ratio after intervention in the exercise group (SDNN  $p=0.126$ , rMSSD  $p=0.171$ , and LF/HF ratio  $p=0.258$ ). The Cohen's D effect size shows a moderate effect on the rMSSD value and a small effect on the SDNN value and LF/HF ratio. Comparison of the values of  $\Delta$  SDNN,  $\Delta$  rMSSD, and  $\Delta$  LF/HF ratio showed significant differences in  $\Delta$  SDNN ( $p=0.034$ ), but no significant differences in  $\Delta$  rMSSD ( $p=0.157$ ) and  $\Delta$  LF/HF ratio ( $p=0.859$ ) between the exercise and control groups at the end of the study. The Cohen's D effect size showed that light intensity intradialytic aerobic exercise for 12 weeks had a large effect on  $\Delta$  SDNN, a moderate effect on  $\Delta$  rMSSD, and a very small effect on  $\Delta$  LF/HF ratio. There was an increase in the mean SDNN and rMSSD values from the abnormal normative range to the borderline abnormal.

**Conclusion:** Low intensity intradialytic aerobic exercise for 12 weeks significantly improved some HRV parameters in ESRD patients undergoing maintenance hemodialysis.

**Keywords:** Intradialytic exercise, End Stage Renal Disease, *Heart Rate Variability*.

## DAFTAR ISI

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| Sampul Depan .....                                    | i         |
| Sampul Dalam .....                                    | ii        |
| Halaman Prasyarat Gelar .....                         | iii       |
| Halaman Persetujuan .....                             | iv        |
| Halaman Penetapan Panitia Penguji .....               | v         |
| Halaman Pernyataan Orisinalitas .....                 | vi        |
| Ucapan Terima Kasih .....                             | vii       |
| Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....        | xi        |
| Ringkasan .....                                       | xii       |
| <i>Summary</i> .....                                  | xiv       |
| Abstrak .....                                         | xvi       |
| <i>Abstract</i> .....                                 | xvii      |
| Daftar Isi .....                                      | xviii     |
| Daftar Gambar .....                                   | xxi       |
| Daftar Tabel .....                                    | xxii      |
| Daftar Lampiran .....                                 | xxiii     |
| Daftar Singkatan .....                                | xxiv      |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                        | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1         |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                             | 5         |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                           | 6         |
| 1.3.1 Tujuan Umum .....                               | 6         |
| 1.3.2 Tujuan Khusus .....                             | 6         |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                          | 7         |
| 1.4.1 Manfaat untuk Subjek Penelitian .....           | 7         |
| 1.4.2 Manfaat di Bidang Keilmuan .....                | 7         |
| 1.4.3 Manfaat di Bidang Pelayanan Kesehatan .....     | 7         |
| 1.5 Risiko Penelitian dan Antisipasi Risiko .....     | 8         |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                   | <b>10</b> |
| 2.1 Penyakit Ginjal Tahap Akhir .....                 | 10        |
| 2.1.1 Definisi Penyakit Ginjal Tahap Akhir .....      | 10        |
| 2.1.2 Prevalensi Penyakit Ginjal Tahap Akhir .....    | 12        |
| 2.1.3 Etiologi Penyakit Ginjal Tahap Akhir .....      | 13        |
| 2.1.4 Patofisiologi Penyakit Ginjal Tahap Akhir ..... | 14        |
| 2.1.5 Disfungsi Otonomik Jantung pada PGTA .....      | 15        |
| 2.2 Hemodialisis .....                                | 20        |
| 2.2.1 Definisi Hemodialisis .....                     | 20        |
| 2.2.2 Indikasi dan Dosis Hemodialisis .....           | 23        |
| 2.2.3 Komplikasi Hemodialisis .....                   | 24        |
| 2.3 <i>Heart Rate Variability</i> .....               | 31        |
| 2.3.1 Pengertian HRV .....                            | 31        |
| 2.3.2 Pengukuran HRV .....                            | 32        |
| 2.3.3 Alat Pemantau HRV .....                         | 36        |

|              |                                                                                                             |           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.3.1      | <i>Pulse Oximeter</i> .....                                                                                 | 37        |
| 2.3.3.2      | Polar H10, EliteHRV, Kubios HRV Standar .....                                                               | 39        |
| 2.3.4        | Faktor-faktor yang Mempengaruhi HRV .....                                                                   | 41        |
| 2.3.5        | Makna HRV pada PGTA.....                                                                                    | 46        |
| 2.4          | Latihan Aerobik.....                                                                                        | 48        |
| 2.5          | Latihan Intradialisis .....                                                                                 | 51        |
| 2.5.1        | Manfaat Latihan Intradialisis.....                                                                          | 52        |
| 2.5.2        | Persepan Latihan Intradialisis .....                                                                        | 56        |
| 2.5.2.1      | <i>Frequency</i> .....                                                                                      | 56        |
| 2.5.2.2      | <i>Intensity</i> .....                                                                                      | 56        |
| 2.5.2.3      | <i>Time</i> .....                                                                                           | 57        |
| 2.5.2.4      | <i>Type</i> .....                                                                                           | 57        |
| 2.5.3        | Keamanan Latihan Intradialisis .....                                                                        | 59        |
| 2.5.4        | Latihan Intradialisis di Tengah Pandemi COVID 19 .....                                                      | 62        |
| 2.6          | Latihan dan Modifikasi HRV pada Populasi Klinis .....                                                       | 62        |
| <b>BAB 3</b> | <b>KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN ...</b>                                                     | <b>66</b> |
| 3.1          | Kerangka Konseptual .....                                                                                   | 66        |
| 3.2          | Penjelasan Kerangka Konseptual .....                                                                        | 67        |
| 3.3          | Hipotesis Penelitian .....                                                                                  | 70        |
| <b>BAB 4</b> | <b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>                                                                           | <b>72</b> |
| 4.1          | Rancangan Penelitian .....                                                                                  | 72        |
| 4.2          | Tempat dan Waktu Penelitian .....                                                                           | 73        |
| 4.2.1        | Tempat Penelitian .....                                                                                     | 73        |
| 4.2.2        | Waktu Penelitian.....                                                                                       | 73        |
| 4.3          | Subjek Penelitian .....                                                                                     | 73        |
| 4.4          | Kriteria Subjek Penelitian.....                                                                             | 75        |
| 4.4.1        | Kriteria Inklusi.....                                                                                       | 75        |
| 4.4.2        | Kriteria Eksklusi .....                                                                                     | 75        |
| 4.4.3        | Kriteria Putus Uji.....                                                                                     | 76        |
| 4.5          | Variabel Penelitian .....                                                                                   | 77        |
| 4.5.1        | Variabel Bebas .....                                                                                        | 77        |
| 4.5.2        | Variabel Tergantung.....                                                                                    | 77        |
| 4.5.3        | Variabel Perancu.....                                                                                       | 77        |
| 4.6          | Definisi Operasional Variabel .....                                                                         | 77        |
| 4.7          | Instrumen Penelitian.....                                                                                   | 79        |
| 4.8          | Alur Penelitian.....                                                                                        | 80        |
| 4.9          | Cara Kerja.....                                                                                             | 81        |
| 4.10         | Analisis Data .....                                                                                         | 84        |
| 4.11         | Kelaikan Etik .....                                                                                         | 84        |
| 4.12         | Jadwal dan Biaya Penelitian .....                                                                           | 85        |
| 4.13         | Personalia Penelitian .....                                                                                 | 85        |
| <b>BAB 5</b> | <b>HASIL PENELITIAN .....</b>                                                                               | <b>86</b> |
| 5.1          | Karakteristik Subjek Penelitian .....                                                                       | 88        |
| 5.2          | Penilaian SDNN, rMSSD, dan Rasio LF/HF Kelompok Perlakuan dan Kontrol Sebelum Intervensi .....              | 91        |
| 5.3          | Perbandingan Nilai SDNN, rMSSD, dan Rasio LF/HF pada Kelompok Perlakuan Sebelum dan Setelah Intervensi..... | 91        |

|                             |                                                                                                                |            |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4                         | Perbandingan Nilai SDNN, rMSSD, dan Rasio LF/HF pada Kelompok Kontrol Sebelum dan Setelah Observasi .....      | 94         |
| 5.5                         | Perbandingan Nilai SDNN, rMSSD, dan Rasio LF/HF antara Kelompok Perlakuan dan Kontrol Setelah Intervensi ..... | 95         |
| 5.6                         | Kejadian Tidak Diharapkan.....                                                                                 | 96         |
| <b>BAB 6</b>                | <b>PEMBAHASAN.....</b>                                                                                         | <b>98</b>  |
| 6.1                         | Karakteristik Subjek Penelitian .....                                                                          | 98         |
| 6.2                         | Penilaian SDNN, rMSSD, dan Rasio LF/HF Kelompok Perlakuan dan Kontrol Sebelum Intervensi .....                 | 103        |
| 6.3                         | Perbandingan Nilai SDNN, rMSSD, dan Rasio LF/HF pada Kelompok Perlakuan Sebelum dan Setelah Intervensi.....    | 106        |
| 6.4                         | Perbandingan Nilai SDNN, rMSSD, dan Rasio LF/HF pada Kelompok Kontrol Sebelum dan Setelah Observasi .....      | 111        |
| 6.5                         | Perbandingan Nilai SDNN, rMSSD, dan Rasio LF/HF antara Kelompok Perlakuan dan Kontrol Setelah Intervensi ..... | 112        |
| 6.6                         | Kejadian Tidak Diharapkan.....                                                                                 | 115        |
| 6.7                         | Manfaat Temuan Penelitian.....                                                                                 | 118        |
| 6.8                         | Keterbatasan Penelitian .....                                                                                  | 119        |
| <b>BAB 7</b>                | <b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                                                               | <b>120</b> |
| 7.1                         | Kesimpulan.....                                                                                                | 120        |
| 7.2                         | Saran .....                                                                                                    | 120        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> |                                                                                                                | <b>122</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|            |                                                                                                                       |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 | Peran Keseimbangan Otonom pada Hubungan Kardiorenal .....                                                             | 15 |
| Gambar 2.2 | Diagram Skematik Sirkuit Hemodialis.....                                                                              | 22 |
| Gambar 2.3 | Polar H10.....                                                                                                        | 39 |
| Gambar 2.4 | Penempatan Polar H10 pada Dada .....                                                                                  | 40 |
| Gambar 2.5 | Potensi Efek Merugikan Perilaku Sedenter dan PGK/PGTA dan<br>Potensi Efek Menguntungkan dari Intervensi Latihan ..... | 53 |
| Gambar 3.1 | Bagan Kerangka Konseptual .....                                                                                       | 66 |
| Gambar 4.1 | Bagan Desain Penelitian.....                                                                                          | 72 |
| Gambar 4.2 | Bagan Alur Penelitian.....                                                                                            | 80 |
| Gambar 5.1 | Diagram Alur Perekrutan Subjek Penelitian .....                                                                       | 87 |

## DAFTAR TABEL

|           |                                                                                                                |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 | Klasifikasi Penyakit Ginjal Kronis .....                                                                       | 12 |
| Tabel 2.2 | Pengukuran HRV Domain Waktu dan Satuannya.....                                                                 | 33 |
| Tabel 2.3 | Pengukuran HRV Domain Frekuensi dan Satuannya.....                                                             | 35 |
| Tabel 2.4 | Pengukuran HRV Nonlinier dan Satuannya .....                                                                   | 36 |
| Tabel 2.5 | Hipotesis Keuntungan Latihan Intradialisis dan di Luar Pusat Kesehatan.....                                    | 51 |
| Tabel 4.1 | Definisi Operasional Variabel .....                                                                            | 77 |
| Tabel 4.2 | Jadwal Penelitian .....                                                                                        | 85 |
| Tabel 5.1 | Uji Normalitas dan Homogenitas Karakteristik Subjek Penelitian ....                                            | 88 |
| Tabel 5.2 | Karakteristik Subjek Penelitian .....                                                                          | 89 |
| Tabel 5.3 | Nilai HRV Awal pada Kelompok Perlakuan dan Kontrol .....                                                       | 91 |
| Tabel 5.4 | Nilai HRV Kelompok Perlakuan Sebelum dan Setelah Intervensi ....                                               | 92 |
| Tabel 5.5 | Nilai HRV Sebelum dan Setelah Intervensi pada Subjek Kelompok Perlakuan yang Menjalani HD $\leq$ 3 Tahun ..... | 93 |
| Tabel 5.6 | Nilai HRV Kelompok Kontrol Sebelum dan Setelah Observasi.....                                                  | 95 |
| Tabel 5.7 | Nilai HRV Kelompok Perlakuan dan Kontrol Setelah Intervensi.....                                               | 95 |
| Tabel 5.8 | Perbandingan Nilai $\Delta$ SDNN, $\Delta$ rMSSD, dan $\Delta$ Rasio LF/HF.....                                | 96 |
| Tabel 5.9 | Kejadian Tidak Diharapkan pada Subjek Penelitian .....                                                         | 97 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|             |                                                                                                                 |     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1  | Lembar Informasi untuk Subjek Penelitian .....                                                                  | 139 |
| Lampiran 2  | Lembar Persetujuan menjadi Subjek Penelitian .....                                                              | 146 |
| Lampiran 3  | Lembar Pengumpulan Data Subjek Penelitian .....                                                                 | 147 |
| Lampiran 4  | Lembar Pengumpulan Data <i>Heart Rate Variability</i> .....                                                     | 150 |
| Lampiran 5  | <i>Montreal Cognitive Assessment</i> Versi Indonesia (MoCA-Ina) ....                                            | 151 |
| Lampiran 6  | Klasifikasi Indeks Massa Tubuh (IMT).....                                                                       | 152 |
| Lampiran 7  | Klasifikasi Fungsional Gagal Jantung Berdasarkan Keluhan<br>Sesak Nafas Menurut New York Heart Association..... | 153 |
| Lampiran 8  | Skala Borg.....                                                                                                 | 154 |
| Lampiran 9  | Protokol Pengukuran <i>Heart Rate Variability</i> .....                                                         | 155 |
| Lampiran 10 | Protokol Skrining Latihan Intradialisis.....                                                                    | 156 |
| Lampiran 11 | Protokol Latihan Intradialisis.....                                                                             | 159 |
| Lampiran 12 | Lembar Penanganan Efek Samping dan Kegawatdaruratan<br>Selama Latihan Aerobik Intradialisis.....                | 163 |
| Lampiran 13 | Lembar Pengunduran Diri .....                                                                                   | 168 |
| Lampiran 14 | Lembar Observasi Latihan Aerobik Intradialisis.....                                                             | 169 |
| Lampiran 15 | Diari Latihan .....                                                                                             | 170 |
| Lampiran 16 | Skoring untuk Penapisan Cepat Covid-19 .....                                                                    | 171 |
| Lampiran 17 | Alur Penapisan Cepat Covid-19 .....                                                                             | 172 |
| Lampiran 18 | Lembar Kelaikan Etik .....                                                                                      | 173 |
| Lampiran 19 | Pemrosesan Data Statistik.....                                                                                  | 174 |

## DAFTAR SINGKATAN

|          |                                                                                             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACE-I    | : <i>Angiotensin Converting Enzyme Inhibitor</i>                                            |
| ADMA     | : <i>Asymmetric Dimetilarginin</i>                                                          |
| AVF      | : <i>Arteriovenous Fistula</i>                                                              |
| CAPD     | : <i>Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis</i>                                          |
| COVID    | : <i>Corona Virus Infection Disease</i>                                                     |
| CPI      | : <i>Cardiac Power Index</i>                                                                |
| CRP      | : <i>C-Reactive Protein</i>                                                                 |
| DM       | : <i>Diabetes Melitus</i>                                                                   |
| EKG      | : <i>Elektrokardiografi</i>                                                                 |
| FITT     | : <i>Frequency-Intensity-Time-Type</i>                                                      |
| FMD      | : <i>Flow Mediated Dilation</i>                                                             |
| HD       | : <i>Hemodialisis</i>                                                                       |
| HF       | : <i>High-Frequency</i>                                                                     |
| HR       | : <i>Heart Rate</i>                                                                         |
| HRR      | : <i>Heart Rate Reserve</i>                                                                 |
| HRV      | : <i>Heart Rate Variability</i>                                                             |
| IMT      | : <i>Indeks Massa Tubuh</i>                                                                 |
| IRR      | : <i>Indonesian Renal Registry</i>                                                          |
| KDOQI    | : <i>Kidney Disease Outcome Quality Initiative</i>                                          |
| LF       | : <i>Low-Frequency</i>                                                                      |
| LFG      | : <i>Laju Filtrasi Glomerulus</i>                                                           |
| MDRD     | : <i>Modification of Diet in Renal Disease</i>                                              |
| METs     | : <i>Metabolic Equivalents</i>                                                              |
| MoCA-Ina | : <i>Montreal Cognitive Assessment Versi Indonesia</i>                                      |
| NKF      | : <i>National Kidney Foundation</i>                                                         |
| NO       | : <i>Nitric Oxide</i>                                                                       |
| PGTA     | : <i>Penyakit Ginjal Tahap Akhir</i>                                                        |
| PGK      | : <i>Penyakit Ginjal Kronis</i>                                                             |
| pNN50    | : <i>Percentage of adjacent NN intervals that differ from each other by more than 50 ms</i> |
| PPG      | : <i>Photoplethysmography</i>                                                               |
| RCT      | : <i>Randomized Control Trial</i>                                                           |
| rMSSD    | : <i>root-Mean Square of Successive R-R intervals Difference</i>                            |
| RPE      | : <i>Rating of Perceived Exertion</i>                                                       |
| SDANN    | : <i>Standard Deviation of the Average Normal to Normal intervals</i>                       |
| SDNN     | : <i>Standard Deviation of R-R intervals</i>                                                |
| THR      | : <i>Target Heart Rate</i>                                                                  |
| ULF      | : <i>Ultra-Low-Frequency</i>                                                                |
| VLF      | : <i>Very-Low-Frequency</i>                                                                 |