

KORELASI PERAN VARIABILITAS TEKANAN DARAH SISTOLIK DAN INDEKS MASSA TUBUH TERHADAP KEKUATAN MENGGENGAM PADA MAHASISWA KEDOKTERAN

CORRELATION OF THE ROLE OF SYSTOLIC BLOOD PRESSURE VARIABILITY AND BODY MASS INDEX ON GRIP STRENGTH IN MEDICAL STUDENTS

Chairul Abdul Jamal Ghazali Tome¹, Jufri Febriyanto Poetra², Sri Manovita Pateda³, Nanang Roswita Paramata⁴, Yuniarty Antu⁵

Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

email: hairultome71@gmail.com

Abstrak

Penyakit kardiovaskular merupakan penyebab utama mortalitas global, sehingga diperlukan indikator fungsional yang sensitif untuk deteksi dini risiko. Kekuatan menggenggam (*handgrip strength/HGS*) telah diakui sebagai biomarker kesehatan kardiovaskular, namun peran variabilitas tekanan darah (*blood pressure variability/BPV*) dan indeks massa tubuh (IMT) terhadap HGS pada dewasa muda masih belum jelas. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan regresi kuantil untuk mengungkap efek dan interaksi SBPV–IMT pada berbagai tingkat distribusi HGS yang tidak terdeteksi melalui regresi linear konvensional. Penelitian observasional analitik dengan desain *cross-sectional* ini melibatkan 132 mahasiswa kedokteran Universitas Negeri Gorontalo. Sebanyak 53,8% responden berada pada kategori pre-hipertensi dengan rata-rata SBPV 4,65%, dan 48,5% memiliki status gizi berlebih. Rata-rata HGS tercatat 29,04 kg. Analisis bivariat menunjukkan korelasi negatif signifikan antara SBPV dan HGS ($r = -0,209$; $p = 0,016$) serta korelasi positif antara IMT dan HGS ($r = 0,280$; $p = 0,001$). Regresi kuantil mengungkap interaksi negatif signifikan IMT–SBPV hanya pada kuantil HGS terendah ($\tau = 0,25$; $p = 0,050$). Temuan ini menunjukkan bahwa instabilitas hemodinamik melemahkan kekuatan otot pada individu dengan kapasitas otot rendah.

Kata kunci: Indeks massa tubuh; Kekuatan menggenggam; Penyakit kardiovaskular; Variabilitas tekanan darah.

Abstract

Cardiovascular disease is a leading cause of global mortality, necessitating sensitive functional indicators for early risk detection. Handgrip strength (HGS) has been recognized as a biomarker of cardiovascular health, but the role of blood pressure variability (BPV) and body mass index (BMI) on HGS in young adults remains unclear. The novelty of this study lies in the use of quantile regression to reveal the effects and interactions of SBPV–BMI at various levels of HGS distribution that are not detected by conventional linear regression. This observational, analytical, cross-sectional study involved 132 medical students at Gorontalo State University. Fifty-three percent of respondents were in the pre-hypertension category with an average SBPV of 4.65 percent, and 48.5 percent were overweight. The average HGS was recorded at 29.04 kg. Bivariate analysis revealed a significant negative correlation between SBPV and HGS ($r = -0.209$; $p = 0.016$) and a positive correlation between BMI and HGS ($r = 0.280$; $p = 0.001$). Quantile regression revealed a significant negative BMI–SBPV interaction only at the lowest HGS quantile ($\tau = 0.25$; $p = 0.050$). These findings suggest that hemodynamic instability impairs muscle strength in individuals with low muscle capacity.

Keywords: Blood pressure variability; Body mass index; Cardiovascular disease; Handgrip strength.

Received: December 15th, 2025; 1st Revised January 9th, 2026;

Accepted for Publication : January 28th, 2026

© 2025 Chairul Abdul Jamal Ghazali Tome, Jufri Febriyanto Poetra, Sri Manovita Pateda, Nanang Roswita Paramata, Yuniarty Antu

Under the license CC BY-SA 4.0

1. PENDAHULUAN

Penyakit Kardiovaskular (PKV) hingga saat ini masih mendominasi sebagai penyebab mortalitas tertinggi di tingkat global. Studi komprehensif *Global Burden of Disease* (GBD) melaporkan bahwa angka kematian akibat PKV diperkirakan mencapai 18,6 juta jiwa per tahun, dengan total prevalensi kasus meningkat tajam hingga 523 juta kasus di seluruh dunia (1). Dalam sistem hemodinamik, tekanan darah berfungsi sebagai indikator krusial kesehatan kardiovaskular dan determinan risiko utama terhadap patologi serius seperti stroke dan penyakit jantung koroner (2). Di Indonesia, fenomena ini tergambar jelas melalui Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 yang melaporkan prevalensi hipertensi pada populasi dewasa mencapai 30,8%. Data tersebut menyoroti adanya kesenjangan diagnostik atau fenomena gunung es, di mana prevalensi berdasarkan diagnosis dokter hanya 8,9%, mengindikasikan bahwa mayoritas penderita tidak menyadari kondisi mereka dan tidak mendapatkan penatalaksanaan yang memadai. Tren peningkatan mortalitas akibat PKV di Indonesia juga terkonfirmasi melalui studi yang menunjukkan kenaikan signifikan kematian per 100.000 penduduk dalam dua dekade terakhir, dengan hipertensi sebagai faktor pendorong utama (3).

Pemahaman mengenai risiko kardiovaskular kini tidak lagi terbatas pada nilai tekanan darah absolut semata, melainkan juga mencakup dinamika fluktuasinya.

Variabilitas tekanan darah (*blood pressure variability* atau BPV), yang mencerminkan ketidakstabilan hemodinamik baik dalam jangka pendek maupun panjang, telah diidentifikasi sebagai prediktor independen terhadap kejadian kardiovaskular dan kerusakan organ target (4). Studi menunjukkan bahwa aktivitas otot tipe isometrik dapat memicu lonjakan tekanan darah sistolik yang nyata akibat peningkatan resistensi vaskular, di mana fluktuasi yang signifikan ini berpotensi mengganggu perfusi mikrovaskular ke otot rangka dan homeostasis mikrosirkulasi (5). Meskipun demikian, aspek BPV sering kali terabaikan dalam pemeriksaan rutin dibandingkan dengan pengukuran tekanan darah konvensional.

Selain instabilitas hemodinamik, komposisi tubuh yang abnormal yang diukur melalui Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan faktor risiko struktural yang membebani kerja kardiovaskular. Studi analisis global oleh *NCD Risk Factor Collaboration* melaporkan peningkatan drastis prevalensi obesitas, di mana tercatat lebih dari 671 juta individu dewasa mengalami obesitas di seluruh dunia, sebuah kondisi yang erat kaitannya dengan dislipidemia, resistensi insulin, dan inflamasi sistemik (6). Di tingkat lokal, data Dinas Kesehatan Provinsi Gorontalo tahun 2023 mencatat prevalensi obesitas yang cukup tinggi dengan sebaran terbanyak di Kabupaten Gorontalo dan Bone Bolango (7). IMT memiliki hubungan non-linear yang kompleks dengan kesehatan otot;

adipositas berlebih dapat menyebabkan infiltrasi lemak ke dalam otot (*myosteatosis*) dan perubahan serat otot, yang pada akhirnya menurunkan kualitas dan kekuatan otot (8).

Manifestasi dari interaksi antara kesehatan kardiovaskular dan status gizi dapat dievaluasi melalui parameter fungsional, salah satunya adalah kekuatan menggenggam atau *Handgrip Strength* (HGS). HGS telah divalidasi secara luas sebagai biomarker sederhana namun akurat untuk menilai status kesehatan sistemik, kapasitas fungsional, serta prediksi mortalitas (9). Penurunan kekuatan genggam terbukti berkorelasi kuat dengan kejadian penyakit jantung dan kematian akibat semua penyebab, bahkan setelah mengontrol variabel usia dan riwayat merokok (10). Secara fisiologis, gangguan perfusi akibat tekanan darah tinggi dan efek inflamasi dari obesitas dapat memperburuk kemampuan kontraksi otot, sehingga menurunkan nilai HGS (11).

Mahasiswa kedokteran merupakan populasi spesifik yang rentan terhadap gaya hidup sedentari dan stres akademik tinggi, yang berdampak negatif pada regulasi tekanan darah dan status gizi. Kerentanan ini semakin mendesak untuk diteliti mengingat adanya fenomena "paradoks kesehatan" yang unik pada kelompok ini. Meskipun memiliki literasi kesehatan yang tinggi, mahasiswa kedokteran justru terpapar pada faktor risiko kardiovaskular yang lebih intensif dibandingkan populasi umum seusianya. Studi terbaru menyoroti bahwa beban akademik yang tinggi memaksa mahasiswa mengadopsi gaya hidup sedentari ekstrem dengan durasi duduk lebih dari 6–8 jam per hari, yang secara

signifikan berkorelasi dengan penurunan aktivitas fisik dan peningkatan risiko obesitas sentral (12). Kondisi ini menciptakan celah antara pengetahuan medis yang dimiliki dengan perilaku kesehatan aktual, di mana imobilitas kronis selama masa pendidikan menjadi katalisator bagi disfungsi metabolik dini (13). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa stres dan gangguan tidur pada kelompok ini secara signifikan memengaruhi fungsi otot dan hemodinamik (14). Hal ini terjadi karena paparan stresor akademik yang persisten seperti ujian blok dan kurang tidur memicu disregulasi aksis *Hypothalamic-Pituitary-Adrenal* (HPA). Peningkatan kadar kortisol akibat stres kronis diketahui memiliki efek katabolik pada jaringan otot rangka, yang berkontribusi langsung pada penurunan kekuatan menggenggam (*handgrip strength*) bahkan pada individu dengan IMT normal (15). Di saat yang sama, aktivasi saraf simpatis yang berlebihan akibat stres psikologis berkontribusi pada instabilitas hemodinamik. Oleh karena itu, mengabaikan interaksi antara stres, instabilitas tekanan darah, dan penurunan fungsi otot pada fase ini dapat berakibat fatal, yakni terlewatnya peluang pencegahan penyakit kardiovaskular pada calon tenaga kesehatan masa depan (16). Dalam konteks deteksi dini tersebut, evaluasi status kardiovaskular tidak cukup hanya mengandalkan pengukuran tekanan darah statis, karena pada populasi dewasa muda yang sehat secara klinis, mekanisme homeostasis seringkali menyamarkan ketidakstabilan hemodinamik di balik angka tensi rata-rata yang tampak normal. Pemeriksaan Variabilitas

Tekanan Darah (*blood pressure variability*/BPV) menjadi sangat krusial karena studi terkini oleh Waghmare *et al* menegaskan bahwa pada individu muda yang sehat, BPV merupakan indikator yang sangat sensitif untuk mendeteksi respons otonom terhadap stresor yang tidak terdeteksi oleh pemeriksaan konvensional (17). Dengan demikian, integrasi pemeriksaan BPV menjadi esensial untuk mengungkap risiko subklinis yang tersembunyi pada populasi produktif ini. Meskipun keterkaitan antara tekanan darah, IMT, dan kekuatan otot telah banyak diteliti secara terpisah, masih terdapat kesenjangan literatur (*gap of knowledge*) mengenai bagaimana variabilitas tekanan darah (BPV) berinteraksi dengan IMT dalam memengaruhi kekuatan menggenggam dalam satu kerangka integratif, khususnya pada populasi dewasa muda yang terlihat sehat. Penelitian ini penting dilakukan sebagai upaya deteksi dini risiko kardiovaskular melalui parameter non-invasif. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara variabilitas tekanan darah dan indeks massa tubuh terhadap kekuatan menggenggam pada mahasiswa kedokteran Universitas Negeri Gorontalo sebagai indikator kesehatan kardiovaskular.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional untuk menganalisis hubungan variabilitas tekanan darah sistolik (SBPV) dan indeks massa tubuh (IMT) terhadap kekuatan menggenggam (*handgrip strength*/HGS) dengan pendalaman analisis menggunakan regresi kuantil. Penelitian dilaksanakan di Fakultas Kedokteran Universitas Negeri Gorontalo pada September–November 2025 dengan sampel 130 mahasiswa Program Studi Kedokteran angkatan 2022–2024 yang dipilih melalui stratified random sampling. SBPV dihitung sebagai coefficient of variation dari tiga kali pengukuran tekanan darah sistolik within-visit, IMT dihitung dari rasio berat badan terhadap kuadrat tinggi badan, dan HGS diukur menggunakan *handgrip dynamometer digital* dengan tiga kali pengukuran dan nilai tertinggi sebagai hasil akhir. Prosedur pengukuran dilakukan secara terstandar untuk meminimalkan bias fisiologis. Analisis data dilakukan menggunakan SPSS dengan uji normalitas Kolmogorov–Smirnov, uji korelasi Spearman Rank, dan regresi kuantil karena data tidak berdistribusi normal. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (No. 108/UN47.B7/KE/2025).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 1. Karakteristik Responden

Variabel	n	%
Usia		
18 tahun	12	9,1
19 tahun	34	25,8
20 tahun	40	30,3
21 tahun	39	29,5
22 tahun	3	2,3
23 tahun	4	3,0
Total	132	100
Jenis kelamin		
Laki Laki	51	38,6
Perempuan	81	61,4
Total	132	100

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 1, jumlah responden dalam penelitian ini adalah 132 mahasiswa. Distribusi usia menunjukkan bahwa responden terbanyak berada pada usia 20 tahun, yaitu 40 orang (30,3%), diikuti usia 21 tahun sebanyak 39 orang (29,5%) dan usia 19 tahun sebanyak 34 orang (25,8%). Responden usia 18 tahun berjumlah 12 orang (9,1%), sedangkan usia 23 tahun dan 22 tahun masing-

masing hanya 4 orang (3,0%) dan 3 orang (2,3%). Berdasarkan jenis kelamin, mayoritas responden adalah perempuan, yaitu 81 orang (61,4%), sementara laki-laki berjumlah 51 orang (38,6%). Data ini menunjukkan bahwa responden didominasi oleh mahasiswa usia 19–21 tahun dengan proporsi perempuan yang lebih besar dibandingkan laki-laki.

Tabel 2. Profil Kardiometaabolik

Variabel	n	%
Tekanan darah		
Normal (<120 mmHg)	58	43,9
Pre-hipertensi (120-139 mmHg)	71	53,8
Hipertensi (>140 mmHg)	3	2,3
Total	132	100
Indeks Massa Tubuh		
<i>Underweight</i> (<18,5)	18	13,6
Normal (18,5–22,9)	50	37,9
<i>Overweight</i> (23,0–24,9)	22	16,7
Obesitas ($\geq 25,0$)	42	31,8
Total	132	100

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 2 Profil Kardiometaabolik, dari total 132 responden, sebagian besar berada pada kategori pre-hipertensi, yaitu 71 orang (53,8%), diikuti kategori tekanan darah normal sebanyak 58 orang (43,9%), sedangkan responden dengan hipertensi hanya 3 orang (2,3%). Berdasarkan

indeks massa tubuh (IMT), responden dengan status normal berjumlah 50 orang (37,9%), diikuti obesitas sebanyak 42 orang (31,8%), overweight sebanyak 22 orang (16,7%), dan underweight sebanyak 18 orang (13,6%). Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun mayoritas responden belum mencapai

kategori hipertensi, lebih dari separuh berada pada kondisi pre-hipertensi dan hampir setengah responden memiliki status gizi tidak normal.

Tabel 3. Hasil analisis deskriptif variabel penelitian

Variabel	Reta-rata (mean)	Tengan (median)	Standar Deviasi	Modus	Minimal	Maksimal
SBPV (%)	4,65	4,95	2,82	0,00	0,00	10,83
IMT (kg/m ²)	24,00	22,08	5,90	23,00	15,01	44,08
HGS (kg)	29,04	25,01	9,05	24,00	15,05	49,00

Sumber : Data Primer, 2025

Analisis statistik deskriptif untuk variabel utama penelitian disajikan pada Tabel 3 dibawah ini. Rata-rata variabilitas tekanan darah sistolik (*systolic blood pressure variability*/SBPV) tercatat sebesar 4,65% dengan rentang variasi yang cukup lebar hingga 10,83%. Rata-rata indeks massa tubuh

(IMT) responden berada pada angka 24,0 kg/m² (SD ± 5,90). Dengan variasi IMT individu yang luas mulai dari 15,1 kg/m² sampai 44,8 kg/m². Rata-rata Kekuatan Menggenggam (*handgrip strength*/HGS) adalah 29,4 kg, dengan variasi kekuatan individu mulai dari 15,5 kg hingga 49,0 kg

Tabel 4. Hasil uji korelasi antar variabel

Variable	n	p-value	Koefisien Korelasi
SBPV dengan HGS	132	0,016	-0,209
IMT dengan HGS	132	0,001	0,280

Sumber : Data Primer, 2025

Analisis bivariat menggunakan uji korelasi *Spearman Rank* dilakukan untuk menguji hubungan parsial antar variabel. Hasil pada Tabel 4 menunjukkan adanya korelasi negatif yang signifikan antara SBPV

dan HGS ($p = 0,016$), yang berarti semakin tinggi fluktuasi tekanan darah, semakin rendah kekuatan otot. Sebaliknya, IMT memiliki korelasi positif yang signifikan dengan HGS ($p = 0,001$).

Tabel 5. Estimasi parameter hasil uji regresi kuantil

Variabel	Kuantil	Koefisien	p-value
IMT	0,25	0,830	<0,001
	0,50	0,648	0,172
	0,75	0,650	0,344
SBPV	0,25	1,692	0,111
	0,50	0,769	0,738
	0,75	-0,859	0,797
Interaksi IMT dan SBPV	0,25	-0,089	0,050
	0,50	-0,041	0,678
	0,75	0,008	0,956

Sumber : Data Primer, 2025

Untuk menganalisis pengaruh simultan dan interaksi variabel pada tingkat kekuatan otot yang berbeda, dilakukan analisis multivariat menggunakan Regresi Kuantil. Hasil pada Tabel 5 menunjukkan temuan penting pada kelompok kuantil 0,25 (kelompok kekuatan otot lemah), di mana

terdapat interaksi negatif yang signifikan antara IMT dan SBPV ($p = 0,050$). Namun, interaksi ini tidak ditemukan signifikan pada kelompok kekuatan otot menengah (0,50) dan kuat (0,75).

Pembahasan

Penelitian ini memberikan bukti empiris baru mengenai peran vital *handgrip strength* (HGS) sebagai biomarker integratif yang menjembatani status antropometri dan stabilitas hemodinamik pada populasi dewasa muda. Temuan utama studi ini mengungkap bahwa kekuatan otot bukan sekadar hasil adaptasi biomekanik terhadap massa tubuh, melainkan sangat bergantung pada integritas mikrosirkulasi yang dicerminkan oleh stabilitas tekanan darah.

Secara umum, hasil analisis bivariat menunjukkan adanya korelasi negatif yang signifikan antara variabilitas tekanan darah sistolik (*systolic blood pressure variability*/SBPV) dan HGS. Temuan ini mengonfirmasi hipotesis bahwa instabilitas hemodinamik, meskipun dalam jangka pendek (*within-visit*), bertindak sebagai determinan negatif terhadap performa otot. Hal ini sejalan dengan studi Kim *et al.* yang menempatkan BPV sebagai prediktor independen penurunan massa otot, mendahului manifestasi klinis hipertensi kronis. Mekanisme fundamental yang mendasari fenomena ini adalah gangguan pada interaksi vaskular-otot (*vascular-muscle interaction*). Fluktuasi tekanan darah yang ekstrem memicu stres mekanis pada endotel dan disregulasi otonom, yang berujung pada vasokonstriksi maladaptif dan defisit metabolik otot (18).

Di sisi lain, ditemukan korelasi positif antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dan HGS. Hal ini terjadi karena HGS mengukur kekuatan otot secara absolut, bukan relatif terhadap berat badan. Temuan ini konsisten dengan prinsip

biomekanik bahwa tubuh dengan massa lebih besar memerlukan kekuatan otot basal yang lebih tinggi untuk menopang beban (*chronic weight-bearing effect*) (19). Namun, interpretasi hasil ini harus dilakukan dengan hati-hati mengingat tingginya prevalensi obesitas pada populasi studi. Peningkatan HGS absolut yang didorong semata-mata oleh peningkatan IMT tanpa disertai profil metabolik yang sehat tetap membawa risiko kardiometabolik ganda. Pasalnya, obesitas kronis dapat memicu infiltrasi lemak intramuskular (*myosteatosis*) yang menurunkan kualitas otot jangka panjang meskipun kuantitas kekuatannya tampak besar (20).

Kebaruan (*novelty*) utama penelitian ini terletak pada hasil analisis Regresi Kuantil yang mengungkap dinamika berbeda pada tiap tingkatan kekuatan otot. Analisis ini menemukan adanya interaksi negatif yang signifikan antara IMT dan SBPV pada kelompok dengan kekuatan otot terendah (Kuantil 0,25). Pada kelompok ini, SBPV terbukti berperan sebagai faktor moderator negatif; artinya, manfaat biomekanis dari massa tubuh (IMT) terhadap kekuatan otot menjadi tidak efektif atau "tumpul" apabila individu tersebut memiliki tekanan darah yang tidak stabil (21). Secara fisiologis, fenomena melemahnya pengaruh IMT terhadap HGS pada kondisi SBPV tinggi dapat dijelaskan melalui mekanisme *supply-demand mismatch*. Individu dengan IMT yang lebih tinggi umumnya memiliki massa jaringan yang lebih besar, yang secara teoretis menuntut perfusi oksigen dan nutrisi yang lebih tinggi untuk menghasilkan kontraksi otot maksimal (22).

Namun, tingginya SBPV mencerminkan adanya disfungsi regulasi vasomotor dan kerusakan mikrosirkulasi (*microvascular rarefaction*). Pada kondisi ini, sistem vaskular gagal menyediakan aliran darah yang stabil (*steady perfusion*) yang dibutuhkan oleh massa otot yang besar tersebut (23). Fluktuasi tekanan darah yang ekstrem memicu stres geser (*shear stress*) pada endotel yang menghambat vasodilatasi fungsional saat aktivitas otot. Akibatnya, terjadi fenomena 'penumpulan' (*blunting effect*): potensi kekuatan biomekanik yang seharusnya dihasilkan oleh tubuh yang besar menjadi tidak efektif karena terhambat oleh keterbatasan suplai energi hemodinamik (24).

Sebaliknya, pada kelompok dengan kekuatan otot menengah (Kuantil 0,50) dan tinggi (Kuantil 0,75), analisis multivariat menunjukkan hasil yang tidak signifikan baik untuk variabel tunggal maupun interaksinya. Hilangnya signifikansi statistik pada kelompok ini bukanlah tanpa makna, melainkan mengindikasikan adanya efek plato (*plateau effect*) atau pergeseran dominasi faktor penentu kekuatan (21). Pada individu yang lebih kuat, performa otot diduga tidak lagi didominasi semata-mata oleh ukuran tubuh (IMT), melainkan lebih bergantung pada efisiensi sistem saraf pusat dan koordinasi motorik yang lebih baik. Selain itu, ketidaksignifikanan pengaruh SBPV pada kelompok ini dapat dijelaskan melalui konsep resiliensi vascular. Individu dengan kekuatan otot yang lebih baik umumnya memiliki regulasi otonom yang lebih tangguh. Mekanisme autoregulasi pembuluh darah pada kelompok ini kemungkinan bekerja

lebih efisien dalam menyangga fluktuasi tekanan darah, sehingga perfusi ke jaringan otot tetap stabil meskipun terjadi variabilitas tekanan darah sistemik (4).

Temuan ini mempertegas bahwa hubungan antara stabilitas hemodinamik dan kekuatan otot tidak bersifat linear di seluruh spektrum populasi. Instabilitas tekanan darah memiliki dampak yang paling merusak (*detrimental*) pada individu yang secara fisik lemah. Temuan pada kelompok kuantil rendah ini memiliki implikasi klinis yang penting dalam manajemen pasien dengan kelemahan fisik. Hasil studi ini mengisyaratkan bahwa pada individu dengan kapasitas otot yang rendah, stabilitas hemodinamik memegang peranan yang lebih krusial dibandingkan sekadar status antropometri. Secara praktis, hal ini menyarankan bahwa intervensi klinis tidak boleh hanya berfokus pada peningkatan asupan nutrisi untuk menaikkan berat badan. Dokter perlu memprioritaskan pengendalian variabilitas tekanan darah (BPV) terlebih dahulu. Hal ini didukung oleh studi observasional Zhang, dkk (2024) yang menemukan bahwa pasien dengan sarkopenia (kelemahan otot) memiliki variabilitas tekanan darah sistolik yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan pasien tanpa sarkopenia, meskipun tekanan darah rata-ratanya sama (25). Temuan ini mengindikasikan bahwa instabilitas hemodinamik adalah komorbiditas serius yang menyertai penurunan fungsi otot. Oleh karena itu, *handgrip strength* yang rendah sebaiknya diposisikan sebagai "tanda vital" kelima yang menjadi alarm dini perlunya

evaluasi stabilitas hemodinamik yang lebih agresif, guna mencegah risiko kardiovaskular lebih lanjut (26).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional*, sehingga hubungan sebab-akibat antara BPV dan penurunan kekuatan otot belum dapat dipastikan secara temporal. Kedua, pengukuran BPV dilakukan secara *within-visit* yang melibatkan respon terhadap manuver HGS, sehingga nilai variabilitas yang didapat mencerminkan kombinasi antara variabilitas basal dan reaktivitas stres, bukan murni variabilitas sirkadian. Ketiga, penelitian ini belum mengontrol variabel aktivitas fisik rutin (seperti frekuensi olahraga) yang dapat menjadi *confounding factor* kuat terhadap hubungan antara IMT, BPV, dan HGS

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa variabilitas tekanan darah sistolik dan Indeks Massa Tubuh (IMT) memiliki korelasi yang bermakna dengan kekuatan menggenggam pada mahasiswa kedokteran. Secara spesifik, fluktuasi tekanan darah sistolik yang tinggi terbukti berasosiasi dengan nilai kekuatan menggenggam yang lebih rendah, yang mengimplikasikan bahwa ketidakstabilan hemodinamik merupakan faktor determinan negatif bagi performa otot tangan. Di sisi lain, IMT menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan menggenggam yang merefleksikan adaptasi biomekanik terhadap beban tubuh, namun analisis interaksi mengungkap temuan krusial bahwa keuntungan biomekanik tersebut teratenuasi (melemah) secara signifikan pada

individu dengan variabilitas tekanan darah tinggi, khususnya pada kelompok mahasiswa dengan kapasitas otot yang lemah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Negeri Gorontalo yang telah memberikan izin pelaksanaan penelitian ini. Penghargaan khusus disampaikan kepada Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Negeri Gorontalo yang telah mereview dan memberikan persetujuan etik (No: 108/UN47.B7/KE/2025), serta Kepala Laboratorium Fisiologi dan Laboratorium Keterampilan Klinik FK UNG atas dukungan fasilitas instrumen pengukuran selama penelitian berlangsung. Penulis juga mengapresiasi kontribusi rekan-rekan sejawat yang telah membantu teknis pengambilan data di lapangan. Terakhir, ucapan terima kasih yang tulus disampaikan kepada seluruh mahasiswa Program Studi Kedokteran angkatan 2022, 2023, dan 2024 yang telah bersedia meluangkan waktu dan berpartisipasi sebagai responden, sehingga data penelitian ini dapat terkumpul dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

1. Rosidawati I, Ariyani H. Gambaran Tingkat Risiko Penyakit Kardiovaskular Berdasarkan Skor Kardiovaskular Jakarta. *Healthcare Nursing Journal*. 2022;4(1):252–7.
2. Muhammad Baharul Iman, Akhmad Dwi Priyatno, Muhammad Prima Cakra Randana, Arie Wahyudi, R.A. Lisna Dwi Rahma. *Aanlysis of Risk Factors Affecting The Incidence of Hypertension in The Working Area of The Talang Ratu*

- Palenmbang Health Center. *Cendekia Medika: Jurnal Stikes Al-Ma'arif Baturaja*. 2025 Sep 4;10(2):255–75.
3. Harmadha WSP, Muharram FR, Gaspar RS, Azimuth Z, Sulistya HA, Firmansyah F, et al. Explaining the increase of incidence and mortality from cardiovascular disease in Indonesia: A global burden of disease study analysis (2000–2019). Nejadghaderi SA, editor. *PLoS One*. 2023 Dec 15;18(12):e0294128.
 4. Asmar R, Stergiou G, de la Sierra A, Jelakovic B, Millasseau S, Topouchian J, et al. Blood pressure measurement and assessment of arterial structure and function: an expert group position paper. *J Hypertens*. 2024 Sep 1;42(9):1465–81.
 5. Pesova P, Jiravska Godula B, Jiravsky O, Jelinek L, Sovova M, Moravcova K, et al. Exercise-Induced Blood Pressure Dynamics: Insights from the General Population and the Athletic Cohort. Vol. 10, *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
 6. Ismail, simunati, Nur M, Saini S. Hubungan Parameter Antropometri, Profil Metabolik, dan Risiko Penyakit Kardiovaskular Pada Pegawai Jurusan Keperawatan Poltekkes Makassar. *Jurnal Media Keperawatan: Politeknik Kesehatan Makassar*. 2025;16(1):38–45.
 7. Paranti PI. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Gula Darah Puasa pada Peserta PROLANIS. 2025;Vol. 8 No.
 8. Sun F, He Q, Sun X, Wang J. The Association between Body Mass Index and Muscular Fitness in Chinese College Freshmen. 2022;(Cvd):1–13.
 9. Vaishya R, Misra A, Vaish A, Ursino N, D'Ambrosi R. Hand grip strength as a proposed new vital sign of health: a narrative review of evidences. Vol. 43, *Journal of Health, Population and Nutrition*. BioMed Central Ltd; 2024.
 10. Hisyam K M, Aisah, Ariyanto. Status Gizi Dan Kebiasaan Merokok Dengan Kejadian Penyakit Jantung Koroner. *Jurnal Diskursus Ilmiah Kesehatan*. 2024;2(2):41–7.
 11. Salim S, Rose Davy C. Correlation of body mass index with handgrip strength and blood pressure indices among young adults. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2023;67(2):113–7.
 12. Barre S, Inyingi L, Orrego Castellanos J, Patel A, Ruckemann-Dziurdzinska KA, Bryl ED, et al. Association of hand grip strength with psychological stress, exercise habits and body composition amongst medical students: a cross-sectional study. *Eur J Transl Clin Med*. 2024 Jun 18;7(1):33–46.
 13. Zimakova EI, Plisyuk AG, Begrambekova YuL, Rybakov DA, Daudov ISh, Orlova YA. Sedentary lifestyle as a risk factor for cardiovascular diseases in young people: awareness, self-assessment and stress test results. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024 May 28;23(6):3992.

14. Laloan RM. Efek Terapi Musik Klasik Terhadap Stabilitas Hemodinamik: Tinjauan Literatur Sistematis. *JUKEJ : Jurnal Kesehatan Jompa* [Internet]. 2025;4(1):103–16. Available from: https://jurnal.jomparnd.com/index.php/jk_j
15. Khan M, Satabdi Ghosh, A K M Shahidur Rahman, Md Raihan Talukder, Wakif Khan, Kapil Dev Sarker, et al. The Alarming Prevalence of Cardiovascular Risk Factors among the Undergraduate Medical Students in Bangladesh. *KYAMC Journal*. 2023 Oct 10;14(02):87–91.
16. Higgins S, Pomeroy A, Bates LC, Paterson C, Barone Gibbs B, Pontzer H, et al. Sedentary behavior and cardiovascular disease risk: An evolutionary perspective. *Front Physiol*. 2022 Jul 27;13.
17. Waghmare S, Whitaker-Hilbig AA, Chertoff M, Billinger SA. Blood pressure and heart rate variability to assess autonomic response to an acute bout of high intensity interval exercise in healthy young adults. *Physiol Rep*. 2024 Jul 25;12(14).
18. Mendiola PJ, O'Herron P, Xie K, Brands MW, Bush W, Patterson RE, et al. Blood pressure variability compromises vascular function in middle-aged mice. 2025.
19. Kemala Sari N, Stepvia S, Ilyas MF. The Association between Anthropometric Measurements and Body Composition with Hand Grip Strength among the Elderly Population in Indonesia. *J Clin Med*. 2024 Aug 1;13(16).
20. Xiao H, Huang S, Xiao H, Zhang W, Cai S. Longitudinal association between body mass index and handgrip strength in community-dwelling older adults: a population-based nationwide cohort study. *BMC Geriatr*. 2025 Sep 26;25(1):711.
21. Xu M, Li M, Zhang Y, Li L, Shen Y, Hu G. Handgrip Strength and Trajectories of Preclinical Obesity Progression: A Multistate Model Analysis Using the UK Biobank. *J Clin Endocrinol Metab*. 2025 Oct 15;
22. Bim MA, de Pinto A de A, Claumann GS, Pelegrini A. Mediation effects of lean mass and fat mass on the relationship between body mass index and handgrip strength. *American Journal of Human Biology*. 2024 Apr 20;36(4).
23. Durante A, Mazzapicchi A, Baiardo Redaelli M. Systemic and Cardiac Microvascular Dysfunction in Hypertension. *Int J Mol Sci*. 2024 Dec 11;25(24):13294.
24. Candreva A, Buongiorno AL, Matter MA, Rizzini ML, Giacobbe F, Ravetti E, et al. Impact of endothelial shear stress on coronary atherosclerotic plaque progression and composition: A meta-analysis and systematic review. *Int J Cardiol*. 2024 Jul;407:132061.
25. Zheng K, Wang Z, Han P, Chen C, Huang C, Wu Y, et al. Lower heart rate variability is associated with loss of muscle mass and sarcopenia in

- community-dwelling older Chinese adults. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2024 May;123(5):571–7.
26. Park J, Park S. Association of Handgrip Strength and Cardiovascular Disease Risk Among Middle-Aged Postmenopausal Women: An Analysis of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2014–2019. *Vasc Health Risk Manag*. 2024 Apr;Volume 20:183–94.