



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**HUBUNGAN *BODY FAT* DENGAN *BONE MINERAL DENSITY*
BERDASARKAN *SPEED OF SOUND* PADA PERSONEL
MILITER BATALYON INFANTERI MEKANIS
203/ARYA KEMUNING, JAYA SAKTI**

ARIEF FIRMANSYAH 320210101013

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN**

BOGOR 2025



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**HUBUNGAN *BODY FAT* DENGAN *BONE MINERAL DENSITY*
BERDASARKAN *SPEED OF SOUND* PADA PERSONEL
MILITER BATALYON INFANTERI MEKANIS
203/ARYA KEMUNING, JAYA SAKTI**

ARIEF FIRMANSYAH 320210101013

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN**

BOGOR 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Arief Firmansyah
NIM : 320210101013
Program Studi : Program Studi Sarjana Kedokteran
Fakultas : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Judul Skripsi : Hubungan *Body Fat* dengan *Bone Mineral Density*
Berdasarkan *Speed of Sound* pada Personel Militer
Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya
Sakti

Dosen Pembimbing I,



dr. Alfa Januar Krista, Sp.OT.,
M.Kes., FICS

Tanggal: 17-02-2025

Dosen Pembimbing II,



dr. Nunuk Sri Redjeki, Sp.RM.
Kolonel Ckm (K)
NRP. 11930095680468

Tanggal: 17-02-2025

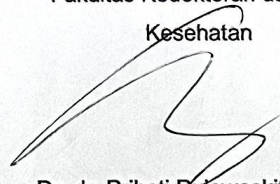
Mengetahui,

Kepala Program Studi
Sarjana Kedokteran



dr. Lila Irawati Tjahjo Widuri,
M.Kes., Sp.An-Tl., Subsp.IC (K)
Kolonel Laut (K/W) NRP. 12434/P
Tanggal: 17-02-2025

Dekan
Fakultas Kedokteran dan Ilmu
Kesehatan







Dr. dr. Prihati Pujowaskito, Sp.JP
(K), FIHA., M.M.R.S.
Mayor Jenderal TNI
Tanggal: 19-02-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	: Arief Firmansyah
NIM	: 320210101013
Program Studi	: Program Studi Sarjana Kedokteran
Fakultas	: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Judul Skripsi	: Hubungan <i>Body Fat</i> dengan <i>Bone Mineral Density</i> Berdasarkan <i>Speed of Sound</i> pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti

No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing I dr. Alfa Januar Krista, Sp.OT., M.Kes., FICS		17/02 25
2.	Dosen Pembimbing II Kolonel Ckm (K) dr. Nunuk Sri Redjeki, Sp.RM.		17/02 25
3.	Dosen Penguji I Brigjen TNI Dr. dr. Amin Ibrizatun, S.H., M.A.R.S., M.H.		17/02 25
4.	Dosen Penguji II Khoirul Ima, S.Ft., M.Biomed.		17/02 2015

PERNYATAAN ORISINALITAS

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini penulis menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Hubungan *Body Fat* dengan *Bone Mineral Density* Berdasarkan *Speed of Sound* pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti" adalah hasil karya penulis sendiri dan didalamnya tidak terdapat karya atau sebagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu perguruan tinggi; dan sepanjang sepengetahuan penulis pula tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan, kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 17 Januari 2025



Arief Firmansyah

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arief Firmansyah
NIM : 320210101013
Program Studi : Kedokteran
Fakultas : Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Hubungan *Body Fat* dengan *Bone Mineral Density* Berdasarkan *Speed of Sound* pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor

Pada tanggal : 21 Februari 2024

Yang menyatakan



Arief Firmansyah

NIM. 320210101013

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: “Hubungan *Body Fat* dengan *Bone Mineral Density* Berdasarkan *Speed of Sound* pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti” dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Pertahanan RI.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Letnan Jenderal TNI (Purn) Jonni Mahroza, S.IP., M.A., M.Sc., CIQnR., CIQaR., Ph.D., selaku Rektor Universitas Pertahanan RI.
2. Mayor Jenderal TNI Dr. dr. Prihati Pujowaskito, Sp.JP (K)., FIHA, M.M.R.S., selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Pertahanan RI.
3. Kolonel Laut TNI dr. Lila Irawati Tjahjo Widuri, M.Kes., Sp.An-TI., Subsp.IC(K) selaku Kepala Program Studi Sarjana Kedokteran Universitas Pertahanan RI.
4. dr. Alfa Januar Krista, Sp.OT., M.Kes., FICS dan Kolonel CKM dr. Nunuk Sri Redjeki, Sp.RM. selaku Dosen Pembimbing Skripsi penulis yang konsisten memberikan bimbingan, masukan, dan menyisihkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan penelitian hingga akhir.
5. Superhero dan panutanku Ayahanda Armizon, S.Hut., M.Si., Pintu surgaku Ibunda Syafrida Yenti, Kakanda tersayang Arianty Puspasari, S.P., Abangda tersayang Ns. Soliman Nur Setia, S.Kep., Ananda tercinta Muhammad Shaquille Arsetya, dan Ananda tercinta Syaluna

Nurin Arsyia, yang merupakan motivator terbesar dalam setiap langkah perjuangan penulis menuju pencapaian cita-cita yang mulia. Semoga kita senantiasa berada dalam lindungan dan karunia rahmat-Nya.

6. Fira Putri Wulandari, yang telah memberi banyak semangat, dukungan, dan kontribusi dalam membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
7. Seluruh personel Peleton 1 Kompi A Batalyon 4, selaku anggota peleton penulis yang telah banyak berbagi kasih, cinta, dan cerita kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu.
8. Seluruh personel Kelompok Komando Batalyon 4 tahun 2023/2024 yang menjadi bagian hidup yang berkesan untuk penulis. Terima kasih telah berkontribusi dalam memberikan semangat, dukungan, dan tempat untuk berbagi cerita.
9. Dokter Muda Angki Perdiyana, SMDK Tefi Nadila Putri, dan SK Ronaldo Saragih, selaku abang dan adik asuh Althea yang selalu melekat dan sigap membantu penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
10. Perwira Siswa Andreas Robert Panogu Sitorus, SMDK Yesania Putri Umbu Deta, SK Zahra Nur Cantika, dan PK Rayya Syakira, selaku abang dan adik asuh Gatotkaca yang menjadi tempat berkeluh kesah penulis selama proses pendidikan di Universitas Pertahanan RI.
11. Anugerah Egar Thomasila, Muhammad Ferry Fadri, William Sihombing, Muhammad Fazil Rais, dan Alrio Fransisco Hamonangan Hutapea, selaku sahabat penulis yang senantiasa menemani selama proses pendidikan, serta memberikan masukan dan saran untuk penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Seluruh rekan sejawat ARMUPHIUS dan rekan seangkatan NARA DYAVIKSATRA, terima kasih atas tiga setengah tahun perjalanan selama proses pendidikan sebagai bentuk ikhtiar dalam mencapai

cita-cita bersama. *See you on top, guys!*

13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas partisipasi dan kontribusi dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.

14. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and trying to give more than I receive. I wanna thank me for trying to do more right than wrong. I wanna thank me for just being me at all times.*

Semoga segala kebaikan yang diberikan oleh berbagai pihak mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, dengan kerendahan hati peneliti mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun untuk meningkatkan kesempurnaannya. Terakhir, diharapkan bahwa skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif pada pengembangan ilmu kesehatan dan meningkatkan upaya pengembangan pengembangan penelitian di lingkungan militer dan pertahanan negara.

Bogor, 17 Januari 2025

Arief Firmansyah

ABSTRAK

HUBUNGAN *BODY FAT* DENGAN *BONE MINERAL DENSITY* BERDASARKAN *SPEED OF SOUND* PADA PERSONEL MILITER BATALYON INFANTERI MEKANIS 203/ARYA KEMUNING, JAYA SAKTI

Latar Belakang: *Bone Mineral Density* (BMD) merupakan indikator utama kesehatan tulang yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk komposisi lemak tubuh (*body fat*). Personel militer memiliki aktivitas fisik tinggi yang berpotensi memengaruhi keseimbangan metabolisme tulang dan distribusi lemak tubuh. Namun, hubungan antara *body fat* dan BMD dalam populasi militer masih belum banyak diteliti. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara *body fat* dengan BMD yang diukur menggunakan *Speed of Sound* (SOS) pada personel militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti. **Metode:** Studi ini menggunakan desain *cross-sectional* dengan 84 sampel personel militer yang dipilih secara *purposive sampling*. *Body fat* diukur menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA), sedangkan BMD dinilai menggunakan *Quantitative Ultrasound* (QUS). Analisis hubungan dilakukan dengan uji korelasi Spearman. **Hasil dan Pembahasan:** Hasil penelitian menunjukkan mayoritas responden memiliki BMD normal (92,9%) dan tingkat *body fat* dalam kategori baik (66,7%). Analisis korelasi Spearman menunjukkan hubungan negatif yang lemah antara *body fat* dan BMD ($r = -0,182$, $p = 0,097$), yang tidak signifikan secara statistik. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan *body fat* tidak memiliki hubungan yang berarti terhadap penurunan BMD pada populasi militer. **Kesimpulan:** Tidak terdapat hubungan signifikan antara *body fat* dan BMD pada personel militer yang diteliti. Studi lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi faktor lain yang dapat memengaruhi kesehatan tulang dalam populasi ini.

Kata kunci: Body Fat, Bone Mineral Density, Speed of Sound, Personel Militer, Quantitative Ultrasound

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN BODY FAT AND BONE MINERAL DENSITY BASED ON SPEED OF SOUND IN MILITARY PERSONNEL OF BATTALION INFANTRY MECHANIZED 203/ARYA KEMUNING, JAYA SAKTI

Background: Bone Mineral Density (BMD) is a key indicator of bone health that can be influenced by various factors, including body fat composition. Military personnel engage in high-intensity physical activities that may affect bone metabolism and fat distribution. However, the relationship between body fat and BMD in military populations remains underexplored. **Objective:** This study aims to analyze the relationship between body fat and BMD, measured using Speed of Sound (SOS), in military personnel of Battalion Infantry Mechanized 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti. **Methods:** This cross-sectional study involved 84 military personnel selected through purposive sampling. Body fat was measured using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA), while BMD was assessed using Quantitative Ultrasound (QUS). The relationship between body fat and BMD was analyzed using Spearman's correlation test. **Results and Discussion:** The findings indicate that the majority of respondents had normal BMD (92.9%) and good body fat levels (66.7%). Spearman's correlation analysis showed a weak negative correlation between body fat and BMD ($r = -0.182$, $p = 0.097$), which was not statistically significant. These results suggest that an increase in body fat does not have a meaningful impact on BMD reduction in the military population. **Conclusion:** There is no significant relationship between body fat and BMD among the military personnel studied. Further research is needed to explore other factors that may influence bone health in this population.

Keywords: Body Fat, Bone Mineral Density, Speed of Sound, Military Personnel, Quantitative Ultrasound

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat Teoritis	4
1.4.2 Manfaat Praktis.....	4
1.4.2.1 Mahasiswa.....	4
1.4.2.2 Perguruan Tinggi	4
1.4.2.3 Subjek Penelitian	5
1.4.2.4 Masyarakat	5
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Tulang.....	6
2.1.1.1 Arsitektur Tulang.....	6
2.1.1.2 <i>Modelling</i> dan <i>Remodelling</i> Tulang	8

2.1.1.3 Mekanisme Kontrol dan Regulasi <i>Remodelling</i> Tulang	10
2.1.1.4 Pertumbuhan dan Penuaan Tulang.....	12
2.1.2 Bone Mineral Density (BMD)	14
2.1.2.1 Definisi Bone Mineral Density (BMD).....	14
2.1.2.2 Instrumentasi Pengukuran <i>Bone Mineral Density</i> (BMD).....	14
2.1.3 <i>Quantitative Ultrasound</i> (QUS)	16
2.1.3.1 Definisi <i>Quantitative Ultrasound</i> (QUS)	16
2.1.3.2 Interpretasi <i>Quantitative Ultrasound</i> (QUS)	17
2.1.4 <i>Body Fat</i>	18
2.1.4.1 Definisi dan Instrumentasi pengukuran <i>Body Fat</i>	18
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	18
2.3 Kerangka Berpikir.....	21
2.3.1 Kerangka Teori.....	21
2.3.2 Kerangka Konsep.....	21
2.4 Hipotesis.....	22

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2.1 Lokasi Penelitian.....	23
3.2.2 Waktu Penelitian.....	23
3.3 Instrumen Penelitian	24
3.3.1 Jenis dan Sumber Data	24
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	25
3.4 Variabel Penelitian	25
3.4.1 Variabel Independen.....	25
3.4.2 Variabel Dependen	25
3.4.3 Definisi Operasional.....	26
3.5 Kriteria Inklusi dan Eksklusi	29
3.5.1 Kriteria Inklusi	29
3.5.2 Kriteria Eksklusi	29
3.6 Populasi dan Sampel.....	30

3.6.1 Populasi.....	30
3.6.2 Sampel	30
3.7 Prosedur Penelitian.....	31
3.7.1 Prosedur Pengambilan Data.....	31
3.7.2 Aspek etik penelitian.....	33
3.8 Metode Analisis.....	34
3.8.1 Uji Normalitas Data.....	34
3.8.2 Analisis Univariat	34
3.8.3 Analisis Bivariat	34
3.8.3.1 Analisis Korelasi	34
3.8.3.2 Analisis Regresi.....	35
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	37
4.1.1 Karakteristik Responden	37
4.1.2 Analisis Univariat.....	38
4.1.3 Analisis Bivariat.....	40
4.1.4 Uji Regresi Linear Sederhana	43
4.2 Pembahasan	45
4.2.1 Karakteristik Jenis Kelamin Responden	45
4.2.2 Tingkat <i>Body Fat</i> personel militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti	46
4.2.3 Tingkat BMD personel militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti.....	47
4.2.4 Hubungan <i>Body Fat</i> dan BMD pada personel militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti.....	48
BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Topografi tulang panjang.....	7
Gambar 2. 2 Tahap <i>remodelling</i> tulang.....	11
Gambar 2. 3 Perubahan massa tulang berdasarkan umur.....	12
Gambar 2. 4 Instrumen QUS, CM-200 (CMDS).....	16
Gambar 2. 5 Kerangka Teori Penelitian.....	21
Gambar 2. 6 Kerangka Konsep Penelitian.....	21
Gambar 3. 1 Prosedur Pengambilan Data Penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Grafik distribusi sampel berdasarkan tingkat BMD.....	38
Gambar 4. 2 Grafik distribusi sampel berdasarkan tingkat <i>body fat</i>	39
Gambar 4. 3 <i>Scatter Plot</i> Hubungan <i>Body Fat</i> (%) dengan BMD.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Instrumentasi Pengukuran BMD.....	15
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	24
Tabel 3. 2 Definisi Operasional Variabel	26
Tabel 4. 1 Frekuensi jenis kelamin responden	38
Tabel 4. 2 Analisis Statistik Deskriptif <i>Body Fat</i> dan BMD.....	39
Tabel 4. 3 Uji satu sampel Kolmogorov-Smirnov.....	40
Tabel 4. 4 Korelasi.....	41
Tabel 4. 5 Variabel yang dimasukkan/dihapus	43
Tabel 4. 6 Ringkasan Model.....	43
Tabel 4. 7 ANOVA	44
Tabel 4. 8 Koefisien.....	44
Tabel 4. 9 Tabulasi silang.....	49

DAFTAR SINGKATAN

ATP	<i>Adenosine Triphosphate</i>
BIA	<i>Bioelectrical Impedance Analysis</i>
BMD	<i>Bone Mineral Density</i>
BMP	<i>Bone Morphogenetic Protein</i>
CM	<i>Centimeter</i>
DXA	<i>Dual Energy X-Ray Absorptiometry</i>
ER	<i>Estrogen Receptor</i>
GF	<i>Growth Factor</i>
GH	<i>Growth Hormone</i>
HVS	<i>Hout Virj Schrijfpapier</i>
IGF	<i>Insulin-like Growth Factor</i>
IL	<i>Interleukin</i>
OPG	<i>Osteoprotegerin</i>
PDGF	<i>Platelet-derived growth factor</i>
PTH	<i>Parathyroid Hormone</i>
QCT	<i>Quantitative Computed Tomography</i>
QUS	<i>Quantitative Ultrasound</i>
RANKL	<i>Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B Ligand</i>
SD	<i>Standard Deviation</i>
SOS	<i>Speed of Sound</i>
SPSS	<i>Statistical Product and Service Solutions</i>
SXA	<i>Single Energy X-Ray Absorptiometry</i>
TNF	<i>Tumor Necrosis Factor</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>