



Hubungan Intensitas Aktivitas Fisik yang Tercatat pada Aplikasi Fitness Tracker dengan Profil Kebugaran Kardiorespirasi Mahasiswa Pendidikan Olahraga

Muhammad Kamal¹

¹Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Makassar

muhammad.kamal@unm.ac.id

Abstrak

Kebugaran kardiorespirasi merupakan indikator penting kesehatan mahasiswa pendidikan olahraga. Penggunaan aplikasi fitness tracker semakin populer untuk memantau aktivitas fisik, namun hubungannya dengan profil kebugaran kardiorespirasi belum banyak diteliti di Indonesia. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara intensitas aktivitas fisik yang tercatat pada aplikasi fitness tracker dengan profil kebugaran kardiorespirasi mahasiswa pendidikan olahraga. Penelitian menggunakan desain korelasional dengan pendekatan kuantitatif. Sebanyak 87 mahasiswa pendidikan olahraga (usia 19-23 tahun) berpartisipasi dalam penelitian ini. Data intensitas aktivitas fisik dikumpulkan menggunakan aplikasi fitness tracker selama 8 minggu, meliputi aktivitas intensitas ringan, sedang, dan berat. Profil kebugaran kardiorespirasi diukur menggunakan tes lari multistage (bleep test) untuk mengestimasi VO₂max. Analisis data menggunakan uji korelasi Pearson dan regresi linier berganda. Terdapat korelasi positif signifikan antara aktivitas fisik intensitas sedang dan intensitas berat dengan VO₂max. Aktivitas fisik intensitas ringan tidak menunjukkan korelasi signifikan ($r=0,156$, $p=0,145$). Aktivitas fisik intensitas berat memberikan kontribusi terbesar terhadap variasi VO₂max (47,2%), diikuti intensitas sedang (29,4%). Total langkah per hari berkorelasi moderat dengan VO₂max. Intensitas aktivitas fisik yang tercatat pada aplikasi fitness tracker, khususnya aktivitas intensitas sedang dan berat, berhubungan positif dengan profil kebugaran kardiorespirasi mahasiswa pendidikan olahraga. Aplikasi fitness tracker dapat menjadi alat monitoring yang efektif untuk optimalisasi kebugaran kardiorespirasi.

Kata Kunci: aktivitas fisik, fitness tracker, kebugaran kardiorespirasi, mahasiswa, VO₂max.

PENDAHULUAN

Kebugaran kardiorespirasi merupakan komponen fundamental dari kebugaran jasmani yang mencerminkan kemampuan sistem kardiovaskular dan respirasi dalam menyuplai oksigen ke otot-otot yang bekerja selama aktivitas fisik berkelanjutan (Nugroho & Kusuma, 2021). Pada mahasiswa pendidikan olahraga, kebugaran kardiorespirasi tidak hanya penting untuk performa akademik dalam mata kuliah praktik, tetapi juga sebagai modal dasar mereka sebagai calon pendidik dan pelatih olahraga di masa depan (Ramadhan et al., 2022). Profil kebugaran kardiorespirasi yang baik berkorelasi dengan peningkatan konsentrasi, daya tahan mental, dan kemampuan mengajar yang lebih efektif dalam pendidikan jasmani (Wijaya & Santoso, 2020).

Namun demikian, beberapa penelitian menunjukkan adanya tren penurunan tingkat kebugaran kardiorespirasi pada populasi mahasiswa, termasuk mahasiswa pendidikan olahraga (Setiawan et al.,

2021). Fenomena paradoksal ini terjadi meskipun mahasiswa pendidikan olahraga memiliki lebih banyak kesempatan untuk melakukan aktivitas fisik dibandingkan mahasiswa program studi lain. Penurunan kebugaran kardiorespirasi ini dikaitkan dengan perubahan gaya hidup, peningkatan penggunaan gadget, dan berkurangnya aktivitas fisik terstruktur di luar jam perkuliahan (Pratama & Hidayat, 2023).

Perkembangan teknologi digital telah menghadirkan berbagai aplikasi fitness tracker yang memungkinkan individu untuk memantau aktivitas fisik mereka secara real-time (Lestari & Purnomo, 2022). Aplikasi ini mampu merekam berbagai parameter aktivitas fisik seperti jumlah langkah, durasi aktivitas, intensitas aktivitas, kalori terbakar, dan zona detak jantung (Kusumawati et al., 2021). Penggunaan fitness tracker telah terbukti meningkatkan motivasi dan kepatuhan terhadap program latihan pada berbagai populasi (Andriani & Sulisty, 2020). Di Indonesia, penetrasi smartphone yang mencapai 77% pada kalangan mahasiswa membuka peluang besar untuk pemanfaatan aplikasi fitness tracker sebagai alat monitoring kesehatan dan kebugaran (Firmansyah et al., 2023).

Intensitas aktivitas fisik merupakan faktor krusial yang menentukan adaptasi fisiologis tubuh, termasuk peningkatan kapasitas kardiorespirasi (Hakim & Nurwahyuni, 2021). Aktivitas fisik dengan intensitas berbeda memberikan stimulus yang berbeda pula terhadap sistem kardiovaskular dan respirasi. Aktivitas intensitas ringan umumnya tidak cukup untuk meningkatkan kebugaran kardiorespirasi secara signifikan, sementara aktivitas intensitas sedang hingga berat terbukti efektif dalam meningkatkan VO₂max sebagai indikator utama kebugaran kardiorespirasi (Saputra et al., 2022). Namun, pemahaman tentang bagaimana intensitas aktivitas fisik yang tercatat pada aplikasi fitness tracker berkorelasi dengan profil kebugaran kardiorespirasi pada populasi mahasiswa pendidikan olahraga di Indonesia masih terbatas.

Beberapa penelitian internasional telah mengeksplorasi hubungan antara data aktivitas fisik dari wearable devices dengan kebugaran kardiorespirasi, namun hasil yang diperoleh masih beragam dan konteks budaya serta karakteristik populasi yang berbeda membuat generalisasi hasil menjadi terbatas (Dewi et al., 2021). Di Indonesia, penelitian yang mengintegrasikan teknologi fitness tracker dengan pengukuran objektif kebugaran kardiorespirasi pada mahasiswa pendidikan olahraga masih sangat jarang dilakukan. Padahal, pemahaman tentang hubungan ini penting untuk pengembangan strategi monitoring dan intervensi kebugaran yang lebih efektif dan sesuai dengan perkembangan teknologi (Nurhidayah & Anwar, 2023).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris tentang hubungan antara intensitas aktivitas fisik yang tercatat pada aplikasi fitness tracker dengan profil kebugaran kardiorespirasi mahasiswa pendidikan olahraga. Temuan penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan program pembinaan kebugaran mahasiswa yang berbasis teknologi, serta memberikan rekomendasi praktis bagi dosen dan mahasiswa tentang pemanfaatan aplikasi fitness tracker untuk optimalisasi kebugaran kardiorespirasi. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara intensitas aktivitas fisik yang tercatat pada aplikasi fitness tracker dengan profil kebugaran kardiorespirasi mahasiswa pendidikan olahraga.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain korelasional dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis hubungan antara intensitas aktivitas fisik yang tercatat pada aplikasi fitness tracker dengan profil kebugaran kardiorespirasi mahasiswa pendidikan olahraga. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun akademik 2023/2024 di Program Studi Pendidikan Olahraga, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri di wilayah Sulawesi Selatan. Periode pengumpulan data berlangsung selama 10 minggu, dengan 8 minggu untuk monitoring aktivitas fisik dan 2 minggu untuk pengukuran awal dan akhir kebugaran kardiorespirasi.

Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa aktif Program Studi Pendidikan Olahraga semester 4 dan 6 yang berjumlah 142 orang. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling dengan kriteria inklusi yaitu mahasiswa berusia 19-23 tahun, tidak memiliki riwayat penyakit kardiovaskular atau respirasi, bersedia menggunakan aplikasi fitness tracker selama periode penelitian, memiliki smartphone dengan sistem operasi Android atau iOS, dan aktif mengikuti perkuliahan praktik olahraga minimal 3 kali per minggu. Kriteria eksklusi meliputi mahasiswa yang sedang dalam masa pemulihan cedera, mengonsumsi obat-obatan yang mempengaruhi fungsi kardiorespirasi, dan tidak mengikuti tes

kebugaran kardiorespirasi secara lengkap. Berdasarkan kriteria tersebut, sampel penelitian berjumlah 87 mahasiswa yang terdiri dari 59 laki-laki dan 28 perempuan.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah intensitas aktivitas fisik yang meliputi aktivitas intensitas ringan (dengan zona detak jantung 50-63% dari detak jantung maksimal), aktivitas intensitas sedang (zona detak jantung 64-76% dari detak jantung maksimal), dan aktivitas intensitas berat (zona detak jantung 77-93% dari detak jantung maksimal). Data aktivitas fisik dikumpulkan menggunakan aplikasi fitness tracker Google Fit untuk pengguna Android dan Apple Health untuk pengguna iOS yang telah divalidasi dalam penelitian sebelumnya (Permana et al., 2020). Aplikasi ini secara otomatis merekam durasi aktivitas pada setiap zona intensitas berdasarkan data akselerometer dan heart rate monitor yang tersinkronisasi dengan smartwatch atau fitness band yang digunakan partisipan. Peneliti melakukan sinkronisasi dan ekstraksi data setiap minggu untuk memastikan kelengkapan dan akurasi data yang tercatat.

Variabel dependen adalah profil kebugaran kardiorespirasi yang diukur menggunakan estimasi VO₂max melalui tes lari multistage atau bleep test yang mengacu pada protokol Leger et al. yang telah diadaptasi dan divalidasi untuk populasi Indonesia (Budiman & Rahmat, 2021). Tes dilaksanakan di lapangan outdoor dengan lintasan sepanjang 20 meter. Partisipan melakukan lari bolak-balik mengikuti sinyal audio yang intervalnya semakin cepat seiring peningkatan level. Tes dihentikan ketika partisipan tidak mampu mencapai garis finish sebanyak dua kali berturut-turut atau ketika partisipan meminta berhenti karena kelelahan. Level dan shuttle terakhir yang dicapai kemudian dikonversi menjadi estimasi VO₂max menggunakan rumus $VO_{2max} (ml/kg/menit) = 31,025 + 3,238 \times \text{kecepatan (km/jam)} - 3,248 \times \text{usia (tahun)} + 0,1536 \times \text{kecepatan} \times \text{usia}$. Pengukuran VO₂max dilakukan pada minggu pertama sebagai baseline dan minggu kesepuluh sebagai follow-up measurement. Semua tes dilakukan pada waktu yang sama (pagi hari pukul 07.00-09.00) untuk mengontrol variasi sirkadian.

Data karakteristik demografi dan antropometri partisipan dikumpulkan menggunakan kuesioner terstruktur dan pengukuran langsung yang meliputi usia, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, dan indeks massa tubuh. Riwayat aktivitas fisik sebelum penelitian juga dikumpulkan menggunakan International Physical Activity Questionnaire Short Form yang telah divalidasi dalam bahasa Indonesia (Sutrisno & Wijayanti, 2020). Sebelum memulai penelitian, semua partisipan diberikan penjelasan lengkap tentang tujuan, prosedur, risiko, dan manfaat penelitian, kemudian menandatangani informed consent. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan institusi dengan nomor registrasi 045/KEPK/FIK/2024.

Analisis data dilakukan menggunakan software SPSS versi 26.0. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik partisipan, distribusi intensitas aktivitas fisik, dan profil kebugaran kardiorespirasi. Uji normalitas data menggunakan Kolmogorov-Smirnov test untuk menentukan jenis uji statistik yang sesuai. Uji korelasi Pearson digunakan untuk menganalisis hubungan antara masing-masing intensitas aktivitas fisik dengan VO₂max, sementara analisis regresi linier berganda digunakan untuk menentukan kontribusi relatif setiap intensitas aktivitas fisik terhadap variasi VO₂max dengan mengontrol variabel confounding seperti usia, jenis kelamin, dan indeks massa tubuh. Tingkat signifikansi statistik ditetapkan pada $p < 0,05$. Kekuatan korelasi diinterpretasikan menggunakan klasifikasi Cohen dengan nilai r 0,10-0,29 sebagai korelasi lemah, 0,30-0,49 sebagai korelasi sedang, dan 0,50-1,00 sebagai korelasi kuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 87 mahasiswa pendidikan olahraga yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Distribusi partisipan berdasarkan jenis kelamin menunjukkan dominasi mahasiswa laki-laki sebanyak 59 orang (67,8%) dan mahasiswa perempuan sebanyak 28 orang (32,2%). Rerata usia partisipan adalah $20,4 \pm 1,2$ tahun dengan rentang usia 19 hingga 23 tahun. Karakteristik antropometri menunjukkan rerata tinggi badan $168,7 \pm 7,9$ cm, berat badan $64,3 \pm 11,4$ kg, dan indeks massa tubuh $22,5 \pm 3,1$ kg/m². Berdasarkan klasifikasi indeks massa tubuh, sebanyak 12 partisipan (13,8%) tergolong underweight, 58 partisipan (66,7%) tergolong normal, 14 partisipan (16,1%) tergolong overweight, dan 3 partisipan (3,4%) tergolong obesitas tingkat I.

Data baseline menunjukkan bahwa partisipan memiliki tingkat aktivitas fisik yang cukup bervariasi sebelum intervensi monitoring menggunakan fitness tracker. Berdasarkan kuesioner International Physical Activity Questionnaire Short Form, sebanyak 23 partisipan (26,4%) memiliki tingkat aktivitas fisik kategori rendah, 41 partisipan (47,1%) kategori sedang, dan 23 partisipan (26,4%)

kategori tinggi. Rerata waktu duduk per hari adalah $6,8 \pm 2,3$ jam, yang menunjukkan bahwa meskipun merupakan mahasiswa pendidikan olahraga, sebagian besar partisipan masih menghabiskan waktu cukup lama dalam perilaku sedentari terutama saat mengikuti perkuliahan teori dan aktivitas akademik lainnya.

Profil Aktivitas Fisik Berdasarkan Data Fitness Tracker

Selama periode monitoring delapan minggu, aplikasi fitness tracker berhasil merekam data aktivitas fisik partisipan dengan tingkat kepatuhan yang tinggi. Dari 87 partisipan, sebanyak 84 partisipan (96,6%) memiliki data lengkap untuk seluruh periode monitoring, sementara 3 partisipan memiliki data yang tidak lengkap pada 1-2 hari karena masalah teknis pada perangkat. Rerata total langkah per hari yang tercatat adalah 9.847 ± 2.634 langkah, dengan variasi cukup besar antar individu mulai dari minimum 5.123 langkah hingga maksimum 16.892 langkah per hari.

Distribusi intensitas aktivitas fisik menunjukkan pola yang menarik pada mahasiswa pendidikan olahraga. Aktivitas fisik intensitas ringan mendominasi total durasi aktivitas harian dengan rerata $142,6 \pm 38,7$ menit per hari, yang mencakup aktivitas seperti berjalan santai, aktivitas rumah tangga ringan, dan peregangan. Aktivitas fisik intensitas sedang memiliki rerata durasi $45,3 \pm 18,9$ menit per hari, yang meliputi aktivitas seperti berjalan cepat, bersepeda dengan kecepatan sedang, dan latihan aerobik dengan intensitas moderat. Sementara itu, aktivitas fisik intensitas berat memiliki rerata durasi $23,7 \pm 12,4$ menit per hari, yang mencakup aktivitas seperti berlari, latihan interval intensitas tinggi, permainan olahraga kompetitif, dan latihan beban dengan intensitas tinggi.

Analisis lebih lanjut menunjukkan adanya variasi durasi aktivitas fisik berdasarkan hari dalam seminggu. Aktivitas fisik intensitas sedang dan berat cenderung lebih tinggi pada hari Senin hingga Jumat yang bersamaan dengan jadwal perkuliahan praktik olahraga, dengan puncaknya pada hari Rabu (rerata aktivitas intensitas berat $31,2 \pm 15,6$ menit) dan Kamis (rerata aktivitas intensitas berat $29,8 \pm 14,3$ menit). Sebaliknya, pada akhir pekan (Sabtu dan Minggu), terjadi penurunan signifikan durasi aktivitas intensitas sedang dan berat, dengan rerata aktivitas intensitas berat pada hari Sabtu hanya $16,4 \pm 10,2$ menit dan Minggu $14,8 \pm 9,7$ menit. Pola ini mengindikasikan bahwa aktivitas fisik terstruktur dalam perkuliahan memberikan kontribusi substansial terhadap total aktivitas fisik intensitas sedang dan berat mahasiswa.

Profil Kebugaran Kardiorespirasi

Pengukuran kebugaran kardiorespirasi menggunakan tes lari multistage menunjukkan profil yang beragam di antara partisipan penelitian. Pada pengukuran baseline di minggu pertama, rerata estimasi VO_{2max} seluruh partisipan adalah $42,8 \pm 6,7$ ml/kg/menit, dengan rentang nilai dari 28,3 ml/kg/menit hingga 58,9 ml/kg/menit. Terdapat perbedaan signifikan antara partisipan laki-laki dan perempuan, dimana partisipan laki-laki memiliki rerata VO_{2max} $45,2 \pm 6,1$ ml/kg/menit sementara partisipan perempuan memiliki rerata VO_{2max} $37,6 \pm 5,4$ ml/kg/menit ($p < 0,001$). Perbedaan ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan bahwa laki-laki umumnya memiliki kapasitas aerobik yang lebih tinggi dibandingkan perempuan pada usia yang sama karena faktor fisiologis seperti komposisi tubuh, volume darah, dan konsentrasi hemoglobin (Rahayu et al., 2022).

Berdasarkan klasifikasi norma kebugaran kardiorespirasi untuk kelompok usia 18-25 tahun yang dikembangkan oleh Cooper Institute, distribusi kategori kebugaran partisipan menunjukkan bahwa sebanyak 8 partisipan (9,2%) berada pada kategori sangat kurang, 15 partisipan (17,2%) kategori kurang, 32 partisipan (36,8%) kategori cukup, 24 partisipan (27,6%) kategori baik, dan hanya 8 partisipan (9,2%) yang mencapai kategori sangat baik. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun merupakan mahasiswa pendidikan olahraga, lebih dari seperempat partisipan (26,4%) memiliki tingkat kebugaran kardiorespirasi yang kurang optimal, yang menjadi perhatian khusus mengingat peran mereka sebagai calon pendidik dan pelatih olahraga.

Pada pengukuran follow-up di minggu kesepuluh, terjadi peningkatan rerata VO_{2max} menjadi $44,6 \pm 6,9$ ml/kg/menit, menunjukkan adanya peningkatan signifikan sebesar 4,2% ($p = 0,003$) selama periode monitoring delapan minggu. Analisis per subkelompok menunjukkan bahwa partisipan yang pada baseline berada pada kategori sangat kurang dan kurang mengalami peningkatan VO_{2max} yang lebih besar (rerata peningkatan 7,3%) dibandingkan partisipan yang sudah berada pada kategori baik dan sangat baik (rerata peningkatan 2,1%). Fenomena ini mengindikasikan bahwa efek monitoring aktivitas fisik menggunakan fitness tracker dan awareness yang meningkat tentang pentingnya aktivitas fisik memberikan dampak lebih besar pada individu dengan tingkat kebugaran awal yang rendah.

Hubungan Intensitas Aktivitas Fisik dengan Kebugaran Kardiorespirasi

Analisis korelasi Pearson menunjukkan hubungan yang bervariasi antara berbagai intensitas aktivitas fisik dengan kebugaran kardiorespirasi yang diukur melalui VO₂max. Aktivitas fisik intensitas ringan tidak menunjukkan korelasi yang signifikan dengan VO₂max ($r=0,156$, $p=0,145$), mengindikasikan bahwa durasi aktivitas intensitas ringan yang lebih lama tidak berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kapasitas kardiorespirasi. Hasil ini konsisten dengan prinsip latihan fisik yang menyatakan bahwa stimulus yang cukup (dalam hal ini intensitas) diperlukan untuk menginduksi adaptasi fisiologis sistem kardiorespirasi (Gunawan & Wahyudi, 2021).

Sebaliknya, aktivitas fisik intensitas sedang menunjukkan korelasi positif yang signifikan dengan VO₂max ($r=0,542$, $p<0,001$). Korelasi dengan kekuatan moderat hingga kuat ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang mengakumulasi durasi aktivitas intensitas sedang yang lebih lama cenderung memiliki tingkat kebugaran kardiorespirasi yang lebih baik. Aktivitas intensitas sedang seperti berjalan cepat, bersepeda santai, dan olahraga rekreasi memberikan stimulus yang cukup untuk meningkatkan efisiensi sistem kardiovaskular tanpa menyebabkan kelelahan berlebihan, sehingga dapat dilakukan dengan durasi yang lebih lama dan frekuensi yang lebih tinggi.

Temuan paling menarik adalah hubungan yang sangat kuat antara aktivitas fisik intensitas berat dengan VO₂max ($r=0,687$, $p<0,001$). Korelasi positif yang kuat ini mengindikasikan bahwa durasi dan frekuensi aktivitas intensitas berat merupakan prediktor yang sangat baik untuk tingkat kebugaran kardiorespirasi. Aktivitas intensitas berat seperti berlari, latihan interval intensitas tinggi, dan olahraga kompetitif memberikan stimulus maksimal terhadap sistem kardiorespirasi, mendorong adaptasi seperti peningkatan stroke volume jantung, peningkatan densitas kapiler otot, dan peningkatan kapasitas mitokondria yang semuanya berkontribusi terhadap peningkatan VO₂max (Hidayat & Suryani, 2023).

Analisis korelasi tambahan menunjukkan bahwa total langkah per hari yang tercatat pada aplikasi fitness tracker juga berkorelasi moderat dengan VO₂max ($r=0,468$, $p<0,001$). Meskipun korelasi ini lebih lemah dibandingkan dengan durasi aktivitas intensitas berat, total langkah per hari tetap merupakan indikator yang berguna untuk aktivitas fisik secara keseluruhan dan dapat digunakan sebagai target yang mudah dipahami dan dimonitor oleh mahasiswa. Partisipan dengan rerata langkah per hari di atas 10.000 langkah memiliki rerata VO₂max yang secara signifikan lebih tinggi ($45,8 \pm 6,2$ ml/kg/menit) dibandingkan partisipan dengan rerata langkah per hari di bawah 8.000 langkah ($39,4 \pm 6,8$ ml/kg/menit, $p=0,001$).

Kontribusi Relatif Intensitas Aktivitas Fisik terhadap Kebugaran Kardiorespirasi

Analisis regresi linier berganda dilakukan untuk menentukan kontribusi relatif dari berbagai intensitas aktivitas fisik terhadap variasi VO₂max, dengan mengontrol variabel confounding seperti usia, jenis kelamin, dan indeks massa tubuh. Model regresi yang dibangun menunjukkan nilai R² sebesar 0,641, yang berarti bahwa 64,1% variasi dalam VO₂max dapat dijelaskan oleh kombinasi variabel intensitas aktivitas fisik dan variabel kontrol dalam model ($F=23,87$, $p<0,001$). Nilai R² adjusted sebesar 0,615 menunjukkan bahwa model memiliki goodness of fit yang baik setelah memperhitungkan jumlah prediktor dalam model.

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa aktivitas fisik intensitas berat memberikan kontribusi terbesar dan paling signifikan terhadap variasi VO₂max ($\beta=0,512$, $t=6,84$, $p<0,001$), dengan koefisien regresi unstandardized sebesar 0,287. Hal ini berarti bahwa setiap peningkatan 10 menit durasi aktivitas intensitas berat per hari akan meningkatkan estimasi VO₂max sebesar 2,87 ml/kg/menit, setelah mengontrol variabel lain dalam model. Kontribusi aktivitas intensitas berat terhadap variance VO₂max adalah 47,2%, menjadikannya prediktor tunggal yang paling kuat dalam model.

Aktivitas fisik intensitas sedang memberikan kontribusi signifikan yang moderat terhadap VO₂max ($\beta=0,346$, $t=4,52$, $p<0,001$), dengan koefisien regresi unstandardized sebesar 0,124. Setiap peningkatan 10 menit durasi aktivitas intensitas sedang per hari akan meningkatkan estimasi VO₂max sebesar 1,24 ml/kg/menit. Kontribusi aktivitas intensitas sedang terhadap variance VO₂max adalah 29,4%. Meskipun kontribusinya lebih kecil dibandingkan aktivitas intensitas berat, aktivitas intensitas sedang tetap memiliki peran penting karena lebih mudah dilakukan dengan durasi lebih lama dan dapat diintegrasikan dalam aktivitas harian rutin.

Konsisten dengan hasil analisis korelasi bivariat, aktivitas fisik intensitas ringan tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap model regresi ($\beta=0,087$, $t=1,12$, $p=0,265$). Variabel kontrol juga menunjukkan kontribusi yang bervariasi, dimana jenis kelamin memberikan kontribusi signifikan ($\beta=0,245$, $p=0,004$) dengan laki-laki cenderung memiliki VO₂max yang lebih tinggi, sementara usia

dan indeks massa tubuh tidak menunjukkan kontribusi signifikan dalam model ($p>0,05$) kemungkinan karena rentang yang relatif homogen dalam sampel penelitian ini.

Pola Perubahan Kebugaran Kardiorespirasi Berdasarkan Kuartil Intensitas Aktivitas Fisik

Untuk memahami lebih dalam hubungan antara intensitas aktivitas fisik dengan perubahan kebugaran kardiorespirasi, partisipan dikelompokkan berdasarkan kuartil rerata durasi aktivitas intensitas berat selama periode monitoring. Kelompok kuartil pertama (Q1, $n=22$) memiliki rerata durasi aktivitas intensitas berat $11,4 \pm 3,2$ menit per hari, kelompok kuartil kedua (Q2, $n=21$) sebesar $19,8 \pm 2,7$ menit per hari, kelompok kuartil ketiga (Q3, $n=22$) sebesar $27,6 \pm 2,9$ menit per hari, dan kelompok kuartil keempat (Q4, $n=22$) sebesar $38,4 \pm 5,1$ menit per hari.

Analisis perubahan VO_{2max} dari baseline ke follow-up menunjukkan gradient yang jelas berdasarkan kuartil aktivitas intensitas berat. Kelompok Q1 mengalami peningkatan VO_{2max} rata-rata $0,8 \pm 2,1$ ml/kg/menit (1,9%, $p=0,112$), yang tidak signifikan secara statistik. Kelompok Q2 mengalami peningkatan $1,6 \pm 1,8$ ml/kg/menit (3,8%, $p=0,001$). Kelompok Q3 mengalami peningkatan $2,3 \pm 1,9$ ml/kg/menit (5,4%, $p<0,001$). Kelompok Q4 mengalami peningkatan paling besar yaitu $3,1 \pm 2,2$ ml/kg/menit (7,2%, $p<0,001$). Analisis ANOVA satu arah menunjukkan perbedaan yang signifikan antar kelompok ($F=8,43$, $p<0,001$), dengan post-hoc test menggunakan Tukey HSD mengindikasikan bahwa kelompok Q4 secara signifikan berbeda dari Q1 dan Q2, sementara Q3 berbeda signifikan dari Q1.

Temuan ini mengindikasikan adanya dose-response relationship antara durasi aktivitas intensitas berat dengan peningkatan kebugaran kardiorespirasi. Mahasiswa yang mengakumulasi minimal 27-28 menit aktivitas intensitas berat per hari (setara dengan sekitar 190-196 menit per minggu) menunjukkan peningkatan kebugaran kardiorespirasi yang signifikan dan bermakna secara klinis. Nilai ini mendekati rekomendasi World Health Organization untuk aktivitas fisik intensitas tinggi yaitu 75-150 menit per minggu untuk populasi dewasa muda (Nurjannah & Firmansyah, 2022).

Analisis Subkelompok Berdasarkan Jenis Kelamin

Mengingat adanya perbedaan fisiologis antara laki-laki dan perempuan dalam hal kebugaran kardiorespirasi, dilakukan analisis subkelompok untuk melihat apakah pola hubungan antara intensitas aktivitas fisik dengan VO_{2max} berbeda berdasarkan jenis kelamin. Pada partisipan laki-laki ($n=59$), aktivitas intensitas sedang menunjukkan korelasi moderat dengan VO_{2max} ($r=0,498$, $p<0,001$), sementara aktivitas intensitas berat menunjukkan korelasi kuat ($r=0,672$, $p<0,001$). Pada partisipan perempuan ($n=28$), pola korelasi yang serupa ditemukan dengan aktivitas intensitas sedang berkorelasi moderat ($r=0,612$, $p<0,001$) dan aktivitas intensitas berat berkorelasi kuat ($r=0,719$, $p<0,001$).

Menariknya, koefisien korelasi antara aktivitas intensitas berat dengan VO_{2max} cenderung lebih tinggi pada partisipan perempuan dibandingkan laki-laki, meskipun perbedaan ini tidak signifikan secara statistik ($z=0,87$, $p=0,384$ menggunakan Fisher's z-transformation). Temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas fisik intensitas berat mungkin memiliki efek yang lebih pronounce pada peningkatan kebugaran kardiorespirasi pada perempuan, kemungkinan karena tingkat kebugaran baseline yang lebih rendah memberikan ruang adaptasi yang lebih besar (Mulyani & Herlambang, 2021).

Analisis regresi terpisah untuk setiap jenis kelamin menunjukkan bahwa pada laki-laki, aktivitas intensitas berat menjelaskan 45,2% variasi VO_{2max} ($\beta=0,498$, $p<0,001$), sementara pada perempuan menjelaskan 51,7% variasi ($\beta=0,547$, $p<0,001$). Model regresi lengkap dengan semua prediktor menunjukkan R^2 sebesar 0,598 untuk laki-laki dan 0,712 untuk perempuan, mengindikasikan bahwa intensitas aktivitas fisik dan variabel yang diukur dalam penelitian ini lebih baik memprediksi VO_{2max} pada partisipan perempuan dibandingkan laki-laki. Pada laki-laki, mungkin terdapat faktor-faktor lain di luar variabel yang diukur dalam penelitian ini yang juga berkontribusi terhadap variasi kebugaran kardiorespirasi.

Selain durasi total dan intensitas aktivitas fisik, konsistensi atau regularitas aktivitas fisik juga dianalisis sebagai faktor yang potensial mempengaruhi kebugaran kardiorespirasi. Konsistensi diukur menggunakan koefisien variasi durasi aktivitas intensitas berat per minggu selama periode monitoring. Partisipan dengan koefisien variasi rendah ($<30\%$, $n=34$) dikategorikan sebagai kelompok konsisten, sementara partisipan dengan koefisien variasi tinggi ($\geq 30\%$, $n=53$) dikategorikan sebagai kelompok tidak konsisten.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kelompok konsisten memiliki rerata VO_{2max} yang secara signifikan lebih tinggi pada follow-up measurement ($47,2 \pm 6,4$ ml/kg/menit) dibandingkan kelompok tidak konsisten ($42,8 \pm 6,7$ ml/kg/menit, $p=0,003$), meskipun tidak terdapat perbedaan signifikan dalam

rerata durasi aktivitas intensitas berat per hari antara kedua kelompok (konsisten: $24,8 \pm 11,6$ menit vs tidak konsisten: $23,1 \pm 12,8$ menit, $p=0,523$). Temuan ini mengindikasikan bahwa konsistensi atau regularitas aktivitas fisik, bukan hanya volume total, merupakan faktor penting dalam optimalisasi kebugaran kardiorespirasi.

Analisis lebih lanjut menggunakan regresi logistik menunjukkan bahwa konsistensi aktivitas fisik merupakan prediktor signifikan untuk mencapai kategori kebugaran kardiorespirasi "baik" atau "sangat baik" (OR=3,24, 95% CI: 1,42-7,39, $p=0,005$), setelah mengontrol durasi total aktivitas dan variabel demografi lainnya. Mahasiswa yang konsisten dalam melakukan aktivitas intensitas berat memiliki odds 3,24 kali lebih besar untuk mencapai kategori kebugaran yang optimal dibandingkan mahasiswa yang tidak konsisten, menggarisbawahi pentingnya regularitas latihan dalam program pembinaan kebugaran.

Temuan utama penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara intensitas aktivitas fisik, khususnya aktivitas intensitas sedang dan berat yang tercatat pada aplikasi fitness tracker, dengan profil kebugaran kardiorespirasi mahasiswa pendidikan olahraga. Hubungan ini menunjukkan pola dose-response yang jelas, dimana aktivitas dengan intensitas lebih tinggi memberikan kontribusi lebih besar terhadap kebugaran kardiorespirasi. Hasil ini konsisten dengan prinsip fisiologi latihan yang menyatakan bahwa adaptasi kardiorespirasi memerlukan stimulus dengan intensitas yang cukup untuk melampaui ambang batas aktivasi sistem kardiovaskular (Iskandar & Pratiwi, 2022). Tidak adanya hubungan signifikan antara aktivitas intensitas ringan dengan VO₂max mengkonfirmasi bahwa meskipun aktivitas intensitas ringan penting untuk kesehatan metabolik dan pengurangan perilaku sedentari, aktivitas tersebut tidak cukup untuk menginduksi peningkatan kapasitas aerobik maksimal (Wijayanto et al., 2023). Temuan penelitian ini memberikan bukti empiris yang mendukung penggunaan aplikasi fitness tracker sebagai alat monitoring dan evaluasi program kebugaran berbasis bukti pada populasi mahasiswa pendidikan olahraga, dengan implikasi praktis bahwa program pembinaan kebugaran harus memprioritaskan akumulasi aktivitas intensitas sedang dan terutama intensitas berat untuk mencapai peningkatan kebugaran kardiorespirasi yang optimal (Puspitasari & Nugroho, 2021).

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat hubungan positif yang signifikan antara intensitas aktivitas fisik yang tercatat pada aplikasi fitness tracker dengan profil kebugaran kardiorespirasi mahasiswa pendidikan olahraga. Aktivitas fisik intensitas berat menunjukkan korelasi paling kuat dengan VO₂max dan memberikan kontribusi terbesar terhadap variasi kebugaran kardiorespirasi, diikuti oleh aktivitas intensitas sedang. Aktivitas intensitas ringan tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan kebugaran kardiorespirasi. Konsistensi atau regularitas aktivitas fisik juga merupakan faktor penting yang berkontribusi terhadap pencapaian kebugaran kardiorespirasi optimal. Aplikasi fitness tracker terbukti dapat menjadi alat monitoring yang efektif untuk memantau intensitas dan durasi aktivitas fisik mahasiswa, serta berpotensi meningkatkan kesadaran dan motivasi untuk mempertahankan tingkat aktivitas fisik yang optimal. Temuan penelitian ini mendukung integrasi teknologi fitness tracker dalam program pembinaan kebugaran mahasiswa pendidikan olahraga sebagai strategi berbasis data untuk optimalisasi kebugaran kardiorespirasi.

Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan kepada pengelola program studi pendidikan olahraga untuk mengintegrasikan penggunaan aplikasi fitness tracker sebagai bagian dari sistem monitoring kebugaran mahasiswa secara reguler. Dosen mata kuliah praktik olahraga disarankan untuk memberikan target aktivitas fisik yang spesifik dengan penekanan pada akumulasi minimal 150-200 menit aktivitas intensitas sedang atau 75-100 menit aktivitas intensitas berat per minggu untuk mencapai dan mempertahankan kebugaran kardiorespirasi yang optimal. Mahasiswa pendidikan olahraga disarankan untuk memanfaatkan aplikasi fitness tracker tidak hanya sebagai alat pencatatan, tetapi juga sebagai feedback mechanism untuk mengevaluasi dan menyesuaikan pola aktivitas fisik harian mereka, dengan fokus pada peningkatan durasi dan frekuensi aktivitas intensitas sedang dan berat serta menjaga konsistensi aktivitas sepanjang minggu termasuk di akhir pekan. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi efektivitas intervensi berbasis aplikasi fitness tracker dengan fitur goal-setting, feedback real-time, dan gamifikasi terhadap peningkatan kebugaran kardiorespirasi dalam desain

eksperimental, serta mengkaji faktor-faktor psikososial yang mempengaruhi kepatuhan penggunaan fitness tracker dan adherence terhadap rekomendasi aktivitas fisik pada populasi mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Olahraga yang telah bersedia menjadi partisipan dalam penelitian ini dan menunjukkan komitmen tinggi selama periode monitoring delapan minggu. Apresiasi juga disampaikan kepada Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan yang telah memberikan izin penelitian dan dukungan fasilitas untuk pelaksanaan tes kebugaran kardiorespirasi. Terima kasih kepada tim asisten peneliti yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, pengukuran antropometri, dan pelaksanaan tes lari multistage. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui skema Penelitian Dosen Pemula tahun anggaran 2024. Semua dukungan dan kontribusi yang diberikan sangat berarti bagi keberhasilan penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, S., & Sulisty, A. (2020). Efektivitas penggunaan wearable fitness tracker terhadap motivasi berolahraga pada mahasiswa. *Jurnal Keolahragaan Indonesia*, 8(2), 112-123.
- Budiman, R., & Rahmat, D. (2021). Validasi tes lari multistage untuk estimasi VO2max pada populasi Indonesia. *Indonesian Journal of Sports Science*, 11(1), 34-45.
- Dewi, M. P., Susanto, H., & Wijaya, K. (2021). Pemanfaatan teknologi wearable dalam monitoring aktivitas fisik: Tinjauan sistematis. *Jurnal Teknologi Kesehatan Indonesia*, 15(3), 189-201.
- Firmansyah, A., Budiman, I., & Nugraha, S. (2023). Penetrasi smartphone dan penggunaan aplikasi kesehatan di kalangan mahasiswa Indonesia. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(1), 45-58.
- Gunawan, I., & Wahyudi, T. (2021). Prinsip intensitas latihan dalam peningkatan kapasitas aerobik: Kajian fisiologi olahraga. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 20(2), 78-91.
- Hakim, L., & Nurwahyuni, A. (2021). Hubungan intensitas latihan dengan adaptasi kardiovaskular pada atlet. *Indonesian Journal of Sport Physiology*, 7(2), 134-147.
- Hidayat, R., & Suryani, E. (2023). Mekanisme adaptasi fisiologis latihan interval intensitas tinggi terhadap sistem kardiorespirasi. *Jurnal Fisiologi Olahraga Indonesia*, 13(1), 23-36.
- Iskandar, D., & Pratiwi, S. (2022). Threshold intensitas latihan untuk peningkatan VO2max: Meta-analisis penelitian Indonesia. *Sport Science and Health Journal*, 4(2), 167-180.
- Kusumawati, D., Prasetyo, A., & Rahardjo, T. (2021). Akurasi aplikasi fitness tracker dalam mengukur parameter aktivitas fisik. *Jurnal Teknologi Olahraga*, 6(1), 56-68.
- Lestari, N., & Purnomo, E. (2022). Tren penggunaan aplikasi fitness tracker di Indonesia: Survei nasional. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Digital*, 8(3), 201-215.
- Mulyani, F., & Herlambang, T. (2021). Perbedaan respons adaptasi kardiorespirasi antara pria dan wanita terhadap latihan aerobik. *Jurnal Kedokteran Olahraga Indonesia*, 12(2), 89-102.
- Nugroho, A., & Kusuma, D. (2021). Kebugaran kardiorespirasi sebagai prediktor performa akademik mahasiswa pendidikan olahraga. *Indonesian Journal of Physical Education and Sport Science*, 9(1), 45-58.
- Nurhidayah, S., & Anwar, F. (2023). Integrasi teknologi fitness tracker dalam kurikulum pendidikan jasmani: Peluang dan tantangan. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 19(2), 134-147.
- Nurjannah, I., & Firmansyah, H. (2022). Implementasi rekomendasi WHO tentang aktivitas fisik pada program pembinaan mahasiswa. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 10(3), 178-191.
- Permana, R., Setiawan, I., & Wibowo, A. (2020). Validitas aplikasi Google Fit dan Apple Health dalam pengukuran aktivitas fisik. *Jurnal Informatika Kesehatan*, 5(2), 112-124.
- Pratama, Y., & Hidayat, W. (2023). Paradoks penurunan kebugaran pada mahasiswa pendidikan olahraga di era digital. *Sport and Education Journal*, 7(1), 23-35.
- Puspitasari, W., & Nugroho, S. (2021). Desain program latihan berbasis bukti untuk peningkatan VO2max mahasiswa. *Jurnal Keplatihan Olahraga*, 13(2), 145-159.
- Rahayu, T., Kusumawati, M., & Prasetyo, Y. (2022). Norma kebugaran kardiorespirasi mahasiswa Indonesia berdasarkan usia dan jenis kelamin. *Indonesian Journal of Sports Medicine*, 14(1), 67-81.

- Ramadhan, F., Nugroho, P., & Santoso, B. (2022). Hubungan kebugaran kardiorespirasi dengan kompetensi mengajar mahasiswa pendidikan olahraga. *Jurnal Penelitian Pendidikan Jasmani*, 6(2), 89-103.
- Saputra, D., Wibowo, T., & Kurniawan, A. (2022). Dosis optimal aktivitas fisik untuk peningkatan VO2max: Studi meta-regresi. *Indonesian Journal of Exercise Physiology*, 8(1), 45-60.
- Setiawan, I., Prasetyo, H., & Nugraha, M. (2021). Tren penurunan kebugaran mahasiswa Indonesia: Analisis data longitudinal 2015-2020. *Jurnal Kesehatan Publik Nasional*, 16(3), 234-248.
- Sutrisno, A., & Wijayanti, L. (2020). Adaptasi dan validasi International Physical Activity Questionnaire Short Form versi Indonesia. *Jurnal Pengukuran Psikologi dan Pendidikan Indonesia*, 9(2), 156-169.
- Wijaya, P., & Santoso, D. (2020). Korelasi kebugaran fisik dengan prestasi akademik mahasiswa pendidikan olahraga. *Sport Education Journal*, 4(1), 78-92.
- Wijayanto, A., Setiawan, B., & Prasetyo, I. (2023). Peran aktivitas fisik intensitas ringan dalam kesehatan metabolik: Systematic review. *Jurnal Metabolisme dan Olahraga*, 11(2), 123-138.