



Terbit *online* pada laman:

SEMINAR NASIONAL INOVASI, RISET, DAN TEKNOLOGI (SINERGI)



Original/Literature Review

ANALISA PENGETAHUAN DASAR MEKANIKA DAN REKAYASA BIDANG OLAHRAGA PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI ILMU KEOLAHRAGAAN

Franky Pattisina^{1*}, Said Junaidi¹, Ashril Yusof², Amung Ma'mun³, Samsul Bahri⁴

¹Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

²Universitas Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia

³Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

⁴Institute Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi : 18 September 2025

Revisi Akhir : 17 Oktober 2025

Diterbitkan Online : 4 Mei 2026

KATA KUNCI

Mekanika, rekayasa, teknik olahraga, ilmu keolahragaan

*KORESPONDENSI

E-mail: pattisina.franky@gmail.com

ABSTRAK

Minimnya pemahaman mengenai praktek ilmu mekanik untuk memperbaiki kerusakan pada peralatan olahraga, menyebabkan lulusan mahasiswa ilmu keolahragaan cenderung bergantung pada orang lain (teknisi atau ahli mekanik). Sehingga lulusan mahasiswa ilmu keolahragaan dianggap belum sepenuhnya siap dalam menghadapi kendala di dunia kerja. Oleh karena itu, mahasiswa ilmu keolahragaan selalu mengalami kebingungan jika menemui permasalahan yang berkaitan dengan ilmu mekanik olahraga. Dalam penelitian ini peneliti membagikan langsung di tempat dan mengirimkan kuesioner ke mahasiswa, guru olahraga, dan dosen olahraga di Universitas serta beberapa ahli dalam gerakan di industri peralatan olahraga. Berdasarkan hasil survey, wawancara, dan pengiriman kuesioner maka diperoleh hasil berupa pencapaian dan dukungan pada pemecahan masalah di bidang rekayasa dengan rata-rata jawaban benar sebesar 58%, lalu untuk jawaban salah sebesar 32%, bagi yang tidak menjawab memiliki hasil 10% dan dukungan untuk materi kursus baru sebesar 78%. Sedangkan hasil rata-rata pemahaman mahasiswa ilmu keolahragaan terhadap peralatan mekanik secara keseluruhan; hasil benar sebesar 74%, hasil salah sebesar 18%, dan yang mengosongi jawaban sebesar 10%. Kesimpulan: pentingnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada bidang olahraga, memaksa dunia pendidikan untuk berinovasi dan berkembang lebih maju. Untuk itu materi keterampilan dan kemampuan dasar umum ilmu mekanik olahraga dan rekayasa olahraga adalah merupakan materi yang wajib dikuasai oleh mahasiswa ilmu keolahragaan, apalagi mahasiswa dengan konsentrasi teknik olahraga.

No ISSN 3124-7539 © 2026 The Authors. Dipublikasi

oleh Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>)

Peer review under the responsibility of the scientific committee of the SINERGI

DOI: 10.21009/sinerigi.v2i1.67640

1. PENDAHULUAN

Kompetensi pengetahuan dasar umum yang dimiliki oleh seorang teknik dan ilmuwan fisika adalah kemampuan untuk memodelkan dan merancang. Model teori dan praktik dalam menyelesaikan inovasi, pengembangan, dan pengetahuan dasar pada bidang teknik olahraga, merupakan fokus utama dari artikel ini. Dikarenakan sulitnya untuk melibatkan siswa ilmu keolahragaan dalam memahami materi teknik olahraga atau materi fisika olahraga, jika mereka tidak dihadapkan pada contoh praktek nyata. Untuk itu artikel sebelumnya memberikan ikhtisar sumber daya teknik olahraga untuk mendukung pengajaran teknik [2] dan fisika [11][12].

Kemudahan dalam mengakses informasi secara online memungkinkan pendidik untuk memasukkan klip olahraga atau materi mereka melalui teori dan praktik penggunaan alat olahraga. Tujuannya agar sesuai dengan kebutuhan dunia industri olahraga, yaitu agar siswa mampu untuk menyelesaikan masalah yang ditemukan pada peralatan olahraga. Kursus materi baru memungkinkan pendidik merancang pengetahuan dasar umum mekanika dan rekayasa pada penggunaan peralatan mesin seperti gerinda, bor listrik, kunci pas, las listrik dan sebagainya [14].

Insinyur olahraga perlu menerapkan prinsip mekanik untuk masalah yang melibatkan fisiologi tubuh manusia. Dalam konteks masalah biomekanik, elemen biologis manusia membutuhkan pemahaman tentang sifat mekanik tubuh dan pergerakannya. Beberapa jenis peralatan olahraga dapat direkayasa dengan penerapan langsung prinsip-prinsip mekanik dan ilmu material, dengan memasukan unsur biomekanik kedalam jenis olahraganya. Ini adalah kasus untuk banyak contoh peralatan olahraga yang dibuat seperti tongkat kayu pemukul, bola baseball, dan peralatan lainnya. Melalui desain inovatif untuk peralatan pelindung seperti, sepatu, pakaian, dan beberapa peralatan olahraga dapat diperoleh melalui informasi gerak dan kinerja manusia. Termasuk mekanisme penyebab cedera akibat beban berlebihan yang dialami oleh atlet. Sehingga informasi yang didapat nantinya, kemudian dibawa oleh ahli biomekanik ke tim penelitian dan pengembangan [29].

Dengan munculnya teknik olahraga sebagai gelar sarjana teknik olahraga yang diakui, ada kebutuhan yang meningkat akan bahan ajar yang sesuai. Selama bertahun-tahun, bidang teknik tradisional telah mengembangkan banyak pengajaran berkualitas melalui buku pelajaran dan silabus mata kuliah. Karena pertumbuhan teknik olahraga baru-baru ini sebagai suatu bidang penting, maka ada kekurangan teks referensi semacam itu, bahkan jikapun referensi teks semacam itu ada, banyak aspek materi akan cepat menjadi usang. Sejumlah jurnal internasional dan seri konferensi [16] didedikasikan untuk teknik olahraga dengan menawarkan materi terkini yang sangat luas, namun kesesuaian literatur untuk tujuan pendidikan ini tidak jelas. Salah satu pendekatan untuk mengatasi masalah ini adalah menggabungkan penggunaan teknik pembelajaran campuran. Yaitu membuat publikasi ilmiah yang sesuai dengan teori olahraga konvensional, dengan masalah yang ditemukan dibidang peralatan olahraga.

Melalui kelas laboratorium pendidikan teknik, terutama untuk teknik olahraga. Sesi laboratorium dan praktik juga merupakan bagian integral dari mata pelajaran teknik olahraga, dengan setiap mata pelajaran biasanya menggabungkan setidaknya dua kelas

laboratorium yang berbeda. Kelas laboratorium mencakup berbagai topik, yang sepadan dengan berbagai keterampilan yang dibutuhkan dari lulusan teknik olahraga [20]. Implementasi model pembelajaran dalam olahraga dengan tingkatan yang lebih tinggi, melibatkan integrasi di antara para pemangku kebijakan terhadap keberhasilan inovasi. Kolaborasi sebagai mekanisme wadah untuk berfikir bersama dalam mengatasi kemajuan jaman yang selalu berubah secara dinamis (inovasi proses). Termasuk untuk mengembangkan keahlian spesialis atau khusus (misalnya olahraga dengan teknis) ke dalam proses inovasi. Menghubungkan pengetahuan yang diperoleh dari atlet profesional dan organisasi olahraga dengan peneliti dan industri teknologi olahraga, memberikan kesempatan mahasiswa olahraga untuk dapat meningkatkan 'proposisi nilai' inovasi teknologi, sehingga mendorong inovasi dan mempromosikan difusi ide-ide baru [25]. Dalam konteks ini ilmu olahraga yang kompeten memerlukan keterampilan pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga untuk mengembangkan teknologi terbaru. Konsep ini disusun berdasarkan kajian pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga untuk mahasiswa jurusan ilmu keolahragaan. Dengan hipotesis bahwa mahasiswa ilmu keolahragaan ketika lulus mendapatkan bekal yang cukup relevan terutama berkaitan dengan bidang teknik olahraga. Pada penelitian sebelumnya program rekayasa olahraga bertujuan untuk menyatukan fakultas teknik, medis, dan sains untuk melatih mahasiswa Master dan Ph.D. di bidang Teknik Olahraga ke level yang lebih tinggi [16]. Pentingnya memberikan pengetahuan dan keterampilan dasar tentang penggunaan perkakas tangan pada mahasiswa teknik olahraga. Tujuannya sebagai awal permulaan penyelesaian masalah yang berbasis sains, yang merupakan bidang pendekatan ilmiah dengan tujuan dan aturan khusus, dimana tujuan utamanya adalah untuk memberikan ketrampilan yang kuat dengan disertai landasan teori yang realistis mengenai fenomena yang akan kita amati. Ketika suatu permasalahan yang hendak diamati memunculkan pertanyaan-pertanyaan yang tidak bisa terjawab, maka metode eksperimen ilmiah hendaknya dapat memberikan jawaban melalui proses yang logis. Proses belajar pendekatan eksperimen pada hakekatnya merupakan proses berfikir ilmiah untuk membuktikan hipotesis dengan logika berfikir [27] dan [28].

1.1 Situasi Terkini Pada Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Tentang Penguasaan Peralatan Dibidang Mekanika Olahraga Dan Rekayasa Olahraga

Sebagian mahasiswa yang sudah lulus dari jurusan Sport Science/ Ilmu Keolahragaan biasanya bekerja di instansi olahraga milik pemerintah. Namun sebagian lainnya biasanya bekerja di pusat kebugaran maupun di industri swasta yang berkaitan dengan kebutuhan dibidang olahraga.

Berbagai istilah digunakan untuk menggambarkan kemampuan seorang siswa dalam mengolah dan menerapkan informasi yang relevan dengan program keterampilan yang lebih luas cakupannya [15]. Penyediaan kursus yang komprehensif dan final dalam program akademik di mana siswa dapat mensintesis dan mengkonsolidasikan pengetahuan mereka sambil mengintegrasikan pembelajaran berbasis pengalaman, pemecahan masalah dunia nyata, kerja tim, pengambilan keputusan, pemikiran kritis dan komunikasi antarpribadi. Bukti anekdot dengan jelas menunjukkan bahwa dasar umum ilmu

mekanika olahraga dan rekayasa olahraga adalah dukungan ideal untuk mengembangkan berbagai pendekatan terhadap keterampilan dan kelayakan kerja. Namun, hal ini belum dipelajari secara eksperimental di dunia kerja [23]. Hal ini sejalan juga dengan program pemerintah terkait kebijakan Kampus Merdeka, yang sesuai dengan Permendikbud Nomor 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi, pada Pasal 18 disebutkan bahwa pemenuhan masa dan beban belajar bagi mahasiswa program sarjana atau sarjana terapan dapat dilaksanakan: 1) mengikuti seluruh proses pembelajaran dalam program studi pada perguruan tinggi sesuai masa dan beban belajar; dan 2) mengikuti proses pembelajaran di dalam program studi untuk memenuhi sebagian masa dan beban belajar dan sisanya mengikuti proses pembelajaran di luar program studi [9].

1.2 Masalah Penggunaan Peralatan Dibidang Mekanika Olahraga Dan Rekayasa Olahraga Pada Mahasiswa Ilmu Keolahragaan

Mahasiswa sport science atau ilmu keolahragaan yang praktek kerja lapangan atau baru saja lulus atau barangkali sudah bekerja dan mendapatkan pekerjaan yang sesuai dengan pendidikan yang ditempuh semasa kuliah. Biasanya sering menemukan banyaknya kendala yang ditemui dilapangan, salah satunya yaitu kerusakan pada peralatan olahraga yang sering digunakan. Minimnya pemahaman mengenai praktek ilmu mekanik untuk memperbaiki kerusakan pada peralatan olahraga, menyebabkan lulusan mahasiswa ilmu keolahragaan cenderung bergantung pada orang lain (teknisi atau ahli mekanik). Sehingga lulusan mahasiswa ilmu keolahragaan dianggap belum sepenuhnya siap dalam menghadapi kendala di dunia kerja. Oleh karena itu mahasiswa ilmu keolahragaan selalu mengalami kebingungan jika menemui permasalahan yang berkaitan dengan ilmu mekanik olahraga. Alat perkakas sendiri digunakan untuk mempermudah pekerjaan ketika menemui kendala-kendala ringan di lapangan yang berkaitan dengan teknik olahraga. Di dunia olahraga kita tidak bisa terlepas dari pentingnya pengaruh alat-alat olahraga untuk meningkatkan kondisi performa. Karena salah satu pengaruh dari alat-alat olahraga itu sendiri yaitu mempermudah latihan agar latihan menjadi lebih sederhana dan maksimal.

Dalam pembelajaran berbasis masalah, pengetahuan dikembangkan dengan mempelajari masalah atau situasi kehidupan nyata dalam konteks yang relevan. Namun urutan pembelajaran tradisional adalah kebalikannya, dimana masalah disajikan terlebih dahulu dan bertindak sebagai stimulus pembelajaran [6]. Siswa bekerja dalam kelompok untuk memecahkan masalah dan mengambil alih pembelajaran mereka sendiri dengan mengeksplorasi untuk menghasilkan solusi yang masuk akal dan dapat diterima [21]. Siswa harus bekerja sama sekaligus berperan sebagai pembelajar dan guru.

Praktisi olahraga dan ilmu olahraga yang kompeten memerlukan keterampilan pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga untuk mengidentifikasi pemecahan masalah. Sehingga melalui keterampilan praktek yang efektif dan kemampuan menerapkan teori dalam berbagai situasi untuk menyelesaikan masalah yang ditemui. Siswa ilmu olahraga dan praktisi olahraga perlu mengembangkan keterampilan diri dan kemampuan mereka untuk bekerja melalui pembelajaran mandiri [18].

Pengetahuan dasar peserta didik berkaitan dengan sejumlah konstruksi psikologis, khususnya motivasi, untuk mengendalikan

situasi dan yakin terhadap diri sendiri [10]. Motivasi yang mengawali terlaksananya suatu kegiatan dan dapat dibagi menjadi dua konsep yang lebih luas yaitu di dalam dan di luar. Meskipun ada beberapa motivasi ekstrinsik yang diinginkan, banyak manfaat tambahan datang dari motivasi intrinsik lain dengan tingkatan lebih tinggi [32]. Ketika pelajar menjadi mandiri, mereka menerima tanggung jawab keputusan mengenai semua aspek pembelajaran [7]. Digambarkan dalam hal ini suasana akademis menjelaskan bahwa siswa dengan harga diri tinggi fokus tentang kekuatan mereka. Namun dalam aspek lain di kehidupan mereka sebagian cukup sulit untuk menghilangkan pikiran negatif yang terkait dengan kegagalan mereka. Sebaliknya, orang dengan harga diri rendah lebih mudah menerima umpan balik negatif dan itu berdampak pada motivasi masa depan secara keseluruhan [24]. Pengetahuan keterampilan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga saat ini dipengaruhi oleh motivasi dan kepercayaan diri yang tinggi. Namun kebanyakan mahasiswa ilmu keolahragaan saat ini banyak yang tidak yakin dengan kemampuan dirinya sendiri ketika lulus diakibatkan oleh berbagai faktor. Terutama faktor penguasaan materi kuliah yang relevan dengan kondisi dunia kerja saat ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rekayasa Olahraga

Rekayasa olahraga adalah ilustrasi yang baik tentang hukum dasar mekanika teoretis melalui contoh-contoh yang menarik dibidang olahraga. Persamaan diferensial dan teorema umum dinamika olahraga, memungkinkan kita untuk mendeskripsikan fenomena yang dipertimbangkan secara kualitatif dengan benar. Dengan begitu solusi yang diperoleh dapat disempurnakan dengan penerapan model yang lebih canggih [26].

Para pakar dan ilmuwan sedang membuat terobosan inovasi pada bidang penelitian berbasis riset. Ini bertujuan agar dapat menarik siswa untuk memaksimalkan ide dan kreativitasnya dalam pembuatan prototipe olahraga. Untuk itu proses ini perlu dibekali dengan ilmu praktek dalam menguasai alat-alat mekanik.

2.2 Mekanika Olahraga

Mekanika olahraga adalah praktikum untuk membangkitkan minat dan diskusi seputar alat olahraga, akan tetapi juga dapat digunakan untuk analisis pengetahuan dasar mengenai mekanisme alat olahraga tertentu. Analisis teori dan praktik digunakan oleh para ilmuwan dan insinyur di berbagai cabang olahraga, untuk mencari solusi agar siswa memperoleh praktek dengan disiplin ilmu alat mekanik [4]; [14].

Keterampilan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga adalah keterampilan yang paling serbaguna dan paling dihargai oleh pemberi kerja karena dianggap sebagai keterampilan yang sangat berharga dikembangkan oleh program pendidikan tinggi [13]. Mungkin tidak begitu diperlukan oleh mahasiswa ilmu keolahragaan, namun keterampilan inilah yang dicari oleh pemberi kerja pada lulusan yang sifatnya fleksibel. Karena keterampilan dan kemampuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga merupakan kombinasi yang tepat dalam berbagai situasi [17].

2.3 Inovasi Olahraga

Inovasi dalam olahraga melalui kemajuan teknologi semakin diminati di seluruh dunia, dan banyak organisasi olahraga mencari keunggulan kompetitif melalui inovasi. Secara historis, inovasi teknologi dan penerapannya pada olahraga terutama bersifat ad hoc daripada hasil dari ide inisiatif sistematis [1]. Meskipun beberapa organisasi olahraga relatif enggan mengadopsi teknologi baru dan mendukung pelestarian 'tradisi' olahraga yang lama [30]. Inovasi teknologi yang berkaitan dengan ilmu keolahragaan dan peningkatan kinerja di lapangan tetap dipandang positif. Dikarenakan banyak organisasi olahraga kini mencari keunggulan kompetitif melalui inovasi [25]. Adaptasi teknologi terbaru terutama di bidang olahraga, memerlukan inovasi teknologi untuk pembuatan produk konsumen skala besar.

Untuk mengatasi masalah penelitian, kami melakukan tinjauan ekstensif literatur peer-review tentang teori dan pemahaman alat, penilaian kebutuhan teori pemerintah dan pemangku kepentingan, mengembangkan model untuk mengidentifikasi kebutuhan dan peluang untuk inovasi dan menguji kuesioner tersebut dalam tahap implementasi dengan organisasi olahraga untuk memvalidasi model dan menentukan apakah metode tersebut menghasilkan data yang dapat digunakan [5].

Motivasi dari pekerjaan ini adalah untuk memasukkan keterampilan dalam pengembangan teknik dasar Ilmu perkakas ke dalam program teknik olahraga sarjana. Karena lulusan teknik olahraga akan diminta untuk bekerja sama dengan atlet dan pelatih, sangat penting bagi mereka untuk dapat memproses, menganalisis, dan menampilkan data dengan cepat dan efisien, yang dapat dicapai secara efektif melalui teknik dasar Ilmu perkakas. Kemampuan untuk mengembangkan teknik dasar Ilmu perkakas adalah bidang yang mungkin tidak diajarkan dalam program teknik yang ada, namun kemampuan ini harus diintegrasikan ke dalam program teknik olahraga [19].

3. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji validitas dan uji reliabilitas. Uji validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan bahwa variabel yang diukur memang benar-benar variabel yang hendak diteliti oleh peneliti [8]. Sedangkan uji reliabilitas itu sendiri berasal dari kata reliability. Pengertian dari reliability (reliabilitas) adalah keajegan pengukuran [22]. Pengambilan, akses ke sejumlah besar buku, makalah, laporan, informasi online, penulis berfokus pada pemahaman dasar mahasiswa olahraga pada peralatan teknik atau perkakas yang sering dijumpai. Tujuannya untuk menambah pengetahuan mahasiswa agar mempermudah dalam menyelesaikan masalah-masalah kecil dilapangan serta dapat memberikan kontribusi di ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga. Terkait perbaikan alat olahraga, pengembangan olahraga, serta produksi, dan evolusi peralatan. Melalui penelaahan dan penelitian terhadap hasil-hasil para pendahulu, penulis meletakkan landasan teori bagi kajiannya [5].

3.1 Survei Kuesioner

Survey dilakukan dengan membagikan langsung atau mengirimkan kuesioner ke mahasiswa dan dosen olahraga secara bertahap ke berbagai Universitas jurusan Ilmu Keolahragaan di Indonesia dan Malaysia. Dengan jumlah 23 dosen dan 20

mahasiswa; serta praktisi olahraga dan mahasiswa lulusan ilmu keolahragaan diberbagai cabang dan bidang kota dengan jumlah 33. Dalam uji validitas angket, penulis mengambil uji validitas pertanyaan, serta pendapat ahli, dan tenaga berpengalaman.

Tabel 1 Hasil Uji Validitas Kuesioner

Nomor	R Hitung	R Tabel	Keterangan
P1	0.774	0.361	Valid
P2	0.658	0.361	Valid
P3	0.704	0.361	Valid
P4	0.646	0.361	Valid
P5	0.427	0.361	Valid
P6	0.488	0.361	Valid
P7	0.557	0.361	Valid
P8	0.673	0.361	Valid
P9	0.675	0.361	Valid
P10	0.621	0.361	Valid
P11	0.713	0.361	Valid
P12	0.711	0.361	Valid
P13	0.612	0.361	Valid
P14	0.693	0.361	Valid
P15	0.592	0.361	Valid
P16	0.621	0.361	Valid

Dalam hasil uji validitas kuesioner (Tabel 1) menunjukkan hasil uji validitas kuesioner memiliki validitas dari P1 hingga P16 pertanyaan dengan hasil 100% valid.

Tabel 2 Daftar Dasar Para Ahli Olahraga

No	Daftar: Guru di Universitas, Instansi Umum dibidang Olahraga, Organisasi Olahraga, Alumni	Komposisi Jumlah Partisipan
1	Jabatan Professor Associate Professor	Dosen Alumni Peneliti
2	Jumlah	2 3 5 11 2

Daftar Pertanyaan Keluar: 23

Daftar Pertanyaan Dikembalikan: 23

Kecepatan Pengembalian: 100%

Dalam uji daftar dasar para ahli olahraga (Tabel 2) yaitu untuk menilai angket pertama dengan komposisi jumlah partisipan para ahli olahraga mengembalikan angket hingga 100% selesai.

Tabel 3 Hasil Evaluasi Ahli Olahraga Terhadap Materi Keterampilan Dasar Umum

No	Hasil	Sangat Efektif	Efektif	Validitas mendasa	Tidak sah	Tidak menjawab
				r		b
1	Jumlah	20	3			
2	Persentase	78%	22%			

Dalam uji hasil evaluasi ahli olahraga terhadap materi keterampilan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga menunjukkan (Tabel 3) kuesioner memiliki validitas yang tinggi dibuktikan dengan keefektifitasan angket sebesar 78% dengan validitas mendasar sebesar 22%.

Tabel 4 Kuesioner Untuk Praktisi Olahraga

No	Daftar	Pemain Pelatih Olahrag	Wasit	Mahasis wa	Produce n
		a			

1	Kuisisioner yang dikirim	10	11	10	20	2
2	Kuisisioner yang diterima	9	11	10	20	2
3	Tingkat penyelesaian jawaban	90%	100%	100%	100%	100%
4	Tingkat efisiensi jawaban	92.3%	100%	100%	100%	100%

Investigasi saat ini kuesioner untuk praktisi olahraga (Tabel 4) 10 kuesioner dikirim, dan dikembalikan 9. Dengan tingkat penyelesaian jawaban 90%, tingkat efisiensi jawaban 92,3%. Dalam uji reliabilitas (Tabel 4) angket ini, untuk memastikan konsistensi hasil objek, penulis menggunakan metode tes ulang acak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Dua deteksi pengujian dengan jarak tempuh dalam waktu 30 hari. Reliabilitas test-retest: koefisien korelasi benar $r=0.967p < \text{Level } 0,01$ menggambarkan bahwa temuan telah mencapai standar pemeriksaan statistik.

3.2 Wawancara

Dengan mewawancarai dan mengirim kuesioner langsung ditempat dan membagikan dalam bentuk google document kepada para mahasiswa olahraga, guru olahraga, dan dosen olahraga di Universitas serta beberapa ahli dalam gerakan dan industri peralatan olahraga, penulis memperoleh informasi yang relevan untuk memberikan dasar penelitian [5].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pencapaian Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Terhadap Pemecahan Masalah Dibidang Rekayasa Olahraga


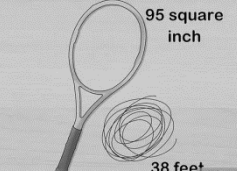
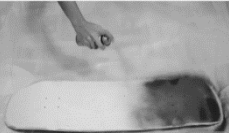

Menurut survei (Tabel 5), peralatan dan konsep analitis mahasiswa jurusan ilmu keolahragaan dilapangan tidak dapat memenuhi kebutuhan dunia kerja. Oleh karena itu, inovasi materi perkuliahan sangat diperlukan, karena berdasarkan voting mahasiswa ilmu keolahragaan hampir 78% menginginkan perlunya perubahan materi perkuliahan atau penambahan materi perkuliahan yang baru. Singkatnya materi baru dapat dijadikan tolak ukur untuk menjawab pemecahan masalah melalui pengetahuan dasar umum rekayasa olahraga.

Dengan mewawancarai para ahli olahraga dan praktisi olahraga di beberapa universitas dan pusat kegiatan olahraga. Maka penulis menarik kesimpulan sebagai berikut dikombinasikan dengan survei pada (Tabel 5): bahwa rata-rata jawaban benar memiliki hasil sebesar 58%, lalu untuk jawaban salah sebesar 32%, sedangkan bagi yang tidak menjawab memiliki hasil 10%. Sehingga berdasarkan data pemecahan masalah dibidang olahraga dukungan untuk materi kursus baru sebesar 78%.

Pada dasarnya sebagian besar praktisi olahraga atlet, pelatih, wasit, dan produsen peralatan berharap untuk menggunakan materi kursus baru pada mahasiswa ilmu keolahragaan dengan materi yang disajikan berupa keterampilan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga. Dukungan tersebut dipengaruhi oleh dunia industry dan dunia kerja, yang menginginkan mahasiswa ilmu keolahragaan mendapatkan keahlian dasar yang linier yang berkaitan dengan permasalahan

umum yang ditemukan pada peralatan olahraga. Sedangkan sebagian ahli olahraga di universitas beranggapan bahwa materi kursus pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga, perlu diimplementasikan secara bertahap melalui mekanisme pengajaran yang baik dan benar. Dengan tujuan agar pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga dapat menjadi solusi alternative untuk mahasiswa ilmu keolahragaan dalam mengatasi permasalahan umum dibidang olahraga ketika lulus nanti.

Tabel 5 Daftar Pencapaian Dan Dukungan Mahasiswa Terhadap

No	Jenis pertanyaan	Jawaban		
1		A. Cara mengganti ban sepeda B. Kunci pass		
2		A. Cara Memasang Senar Raket Tenis B. Mesin pemasang senar, tang pipih, dan string meter		
3		A. Cara Mengecat Skateboard B. Amplas, Dempul, Painting tape, Pylox, Clear vernis		
4		A. Cara membuat Catur B. Kertas Hitam Putih, Gunting dan double tape		
Jawaban				
No	Benar (%)	Salah (%)	Tidak tahu / tidak menjawab (%)	Dukungan materi kursus baru
1	72	25	3	82
2	31	47	22	75
3	49	35	16	71
4	81	19	0	85
	58	32	10	78

(Sumber: [3]).

Kajian analisa pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga untuk mahasiswa jurusan sport science sangat memerlukan pencampuran materi kursus baru pada bidang olahraga ke dalam bidang pendidikan lain seperti bidang matematika dan fisika. Termasuk bidang khusus teknik mekanik yang membutuhkan beragam keterampilan untuk dikembangkan oleh lulusan teknik olahraga di beberapa disiplin ilmu. Meskipun program teknik olahraga biasanya cenderung menggabungkan aspek-aspek kursus yang ada di bidang teknik mesin dan elektronik yang luas, ada keterampilan lain yang secara khusus diperlukan untuk dimiliki oleh insinyur olahraga. Yaitu kemampuan untuk memproses dan menganalisis data secara interaktif merupakan keterampilan yang berguna yang mungkin

tidak sepenuhnya tercakup dalam mata pelajaran teknik yang lebih umum disajikan. Salah satu fokus khusus dalam bidang ini yang menurut banyak lulusan akan sangat berharga adalah kemampuan untuk mengembangkan prototype atau design yang berkaitan dengan aspek-aspek olahraga [20].

4.2 Pemahaman Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Terhadap Peralatan Mekanik

Isi dan data pada Tabel 6 adalah benar dan reliabel dalam uji validitas dan reliabilitas. Menurut survei (Tabel 6), terlihat bahwa pemahaman alat alat mekanik mahasiswa jurusan ilmu keolahragaan cukup tinggi pada pemahaman teori. Namun pada pemahaman praktikum, mahasiswa ilmu keolahragaan masih memerlukan pengujian materi praktek secara langsung. Pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dibutuhkan di banyak dunia industri olahraga. Pemahaman alat-alat mekanik, membuktikan dapat menambah skill mahasiswa jurusan ilmu keolahragaan. Jadi peralatan mekanik dasar harus ditambahkan pada materi perkuliahan sebagai bentuk adaptasi mahasiswa jurusan ilmu keolahragaan terhadap modernisasi dunia industry dan memenuhi sebagian besar cakupan materi praktek mekanik yang kedepannya diharapkan dapat berpengaruh terhadap persaingan pada bidang teknologi olahraga.

Berdasarkan data pada tabel 6 ini, analisisnya adalah sebagai berikut: melalui jenis pertanyaan penggunaan gerinda tangan dengan jawaban fungsinya untuk memotong benda memiliki hasil benar sebesar 65%, salah 21%, dan mengosongi jawaban 14%; jenis pertanyaan penggunaan bor listrik dengan jawaban fungsinya untuk melubangi benda memiliki hasil benar sebesar 72%, salah 22%, dan mengosongi jawaban 16%; jenis pertanyaan penggunaan gergaji tangan dengan jawaban fungsinya untuk memotong benda kerja memiliki hasil benar sebesar 82%, salah 9%, dan mengosongi jawaban 9% jenis pertanyaan penggunaan tang dengan jawaban fungsinya untuk memotong, membengkokkan, memegang benda memiliki hasil benar sebesar 87%, salah 7%, dan mengosongi jawaban 16%; jenis pertanyaan penggunaan kunci pass dengan jawaban fungsinya untuk memutar baut kepala segi enam, memiliki hasil benar sebesar 76%, salah 11%, dan mengosongi jawaban 13%; jenis pertanyaan penggunaan obeng dengan jawaban fungsinya untuk memutar kepala baut +/- memiliki hasil benar sebesar 91%, salah 6%, dan mengosongi jawaban 3%; jenis pertanyaan penggunaan kunci ellen /L dengan jawaban fungsinya untuk memutar kepala baut socket segi enam memiliki hasil benar sebesar 67%, salah 18%, dan mengosongi jawaban 15%; jenis pertanyaan penggunaan kunci socket / sok dengan jawaban fungsinya untuk memutar kepala socket berupa baut/mur memiliki hasil benar sebesar 71%, salah 17%, dan mengosongi jawaban 12%; jenis pertanyaan penggunaan palu dengan jawaban fungsinya untuk meratakan dan membentuk benda kerja memiliki hasil benar sebesar 80%, salah 16%, dan mengosongi jawaban 4%; jenis pertanyaan penggunaan penjepit atau ragum dengan jawaban fungsinya untuk menjepit benda kerja memiliki hasil benar sebesar 66%, salah 26%, dan mengosongi jawaban 8%; jenis pertanyaan penggunaan kikir dengan jawaban fungsinya untuk pembentukan serpih pada benda kerja memiliki hasil benar sebesar 57%, salah 34%, dan mengosongi jawaban 9%; jenis pertanyaan penggunaan jangka dengan jawaban fungsinya untuk melukis busur dan lingkaran pada benda kerja memiliki hasil benar sebesar 68%, salah 28%, dan mengosongi jawaban 4%; Hasil rata-rata secara keseluruhan;

hasil benar sebesar 74%, hasil salah sebesar 18%, dan yang mengosongi jawaban sebesar 10%.

Dengan pencapaian yang tinggi ini maka sebagian mahasiswa sudah memahami secara teorikal mengenai alat perkakas umum yang sering digunakan pada bidang olahraga. Selanjutnya mahasiswa ilmu keolahragaan hanya memerlukan praktek secara bertahap untuk penyesuaian praktikum terhadap alat mekanik. Lulusan teknik olahraga membutuhkan berbagai keterampilan, beberapa di antaranya berada di luar cakupan mata kuliah yang ada. Salah satu bidang khusus yang akan bermanfaat bagi keilmuan siswa olahraga adalah teknik olahraga. Dengan materi yang dikembangkan yaitu pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga yang jarang diajarkan dalam mata pelajaran lain, khususnya pada mahasiswa ilmu keolahragaan [20].

Tabel 6 Pemahaman Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Terhadap Peralatan Pemecahan Masalah Dibidang Rekayasa Olahraga

No	Jenis pertanyaan	Jawaban	Benar (%)	Salah (%)	Kosong (%)
1	Gerinda	Memotong	65	21	14
2	Bor listrik	Melubangi	72	22	16
3	Gergaji	Memotong	82	9	9
4	Tang	Memotong Membengkokkan Memegang	87	7	16
5	Kunci pas	Membuat baut kpl segi enam	76	11	13
6	Obeng	Memutar kepala baut yang - / +	91	6	3
7	Kunci L	Memutar baut kepala socket sesi enam	67	18	15
8	Kunci socket	Memutar kepala socket berupa baut atau mur	71	17	12
9	palu	Meratakan, membentuk benda kerja,	80	16	4
10	Penjepit	Menjepit benda kerja	66	26	8
11	Kikir	Pembentukan serpih pada benda kerja	57	34	9
12	Jangka	Untuk melukis busur dan lingkaran	68	28	4
Rata-rata			74	18	10
([27] dan [28])					

4.3 Perlunya Pelatihan Kursus Siswa

Program ini mengintegrasikan materi kursus teknik umum/tradisional olahraga yang penting dengan beragam kursus pelatihan yang relevan dengan Teknik Olahraga. Contoh seorang siswa dalam program tersebut dapat mengambil kursus tentang materi peralatan olahraga dari seorang profesor Teknik Mesin, kursus anatomi terapan dari anggota fakultas kampus kedokteran, dan kursus "Dinamika Nonlinier dalam Biomekanika" dari seorang profesor fisika. Mata pelajaran teknik dasar diajarkan melalui 2760 PE Jenkins dkk. / Procedia Engineering 2 (2010)

2757–2762 bersama dengan siswa dalam program gelar lain dalam Kolese Teknik dan Sains Terapan [15]. Lalu pengembangan materi kursus dikembangkan berdasarkan ilmu dasar mekanika lokal [9] dan Teknik Gambar Mesin Menggunakan Perkakas Tangan (M18.1A) dengan judul “Menggambar Detail Secara Rinci” dengan kode modul I nomor unit kompetensi M9.5A.

Oleh karena itu, mahasiswa Teknik Keolahragaan akan terintegrasi dengan mahasiswa jurusan mekanik, kedokteran, dan teknik lainnya. Rencana studi untuk gelar dengan penekanan Teknik Olahraga ditunjukkan dengan sebuah kursus akademik baru, diajarkan untuk pertama kalinya selama 1 semester [5]. Kursus materi bisa melibatkan fakultas dari Sekolah Tinggi Teknik dan Sains Terapan, Fakultas Fisika, dan Fakultas Kedokteran. Kelas yang diajarkan oleh tim melihat ketiga aspek yaitu teknik olahraga — teknik klasik, ilmu & kedokteran olahraga, dan desain produk. Meskipun itu adalah kelas sarjana, namun kelas tersebut saling terhubung sehingga senior yang tertarik materi keterampilan pengetahuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga, juga bisa diberikan di kelas pascasarjana. Para siswa menerima pelatihan di bidang teknik dan fisiologi biomekanik, dan kemudian menerapkannya pada proyek interdisipliner menjelang akhir semester.

Kesesuaian materi keterampilan dan kemampuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga diberikan kepada mahasiswa berdasarkan kebutuhan akan modernisasi pada dunia industri olahraga. Kursus ini dibuat bukan semata mata karena keinginan peneliti melainkan dikarenakan desakan akan kebutuhan materi teknik olahraga yang terbaru guna menunjang keahlian mahasiswa didunia kerja.

4.4 Pembatasan Materi Ilmu Mekanika Olahraga dan Rekayasa Olahraga

Meskipun materi ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga tidak terbatas pada satu bidang ilmiah. Namun makalah ini tetap membatasi mahasiswa ilmu olahraga dalam penggunaan perkakas tangan. Makalah ini juga mengikuti semangat makalah teknik olahraga lainnya yang dipresentasikan pada konferensi dan seminar. Dengan menjelaskan gagasan pengajaran yang didukung oleh bukti anekdotal. Penggunaan perkakas tangan mungkin tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk membangkitkan minat dan diskusi seputar teknik olahraga, tetapi juga dapat digunakan untuk mengembangkan dan menciptakan prototipe tertentu. Apalagi penggunaan perkakas tangan oleh para ilmuwan dan insinyur teknik diberbagai bidang keilmuan adalah hal yang lazim [14].

Menurut [27] mahasiswa dengan konsentrasi teknik olahraga memiliki syarat wajib sebelum lulus yaitu mampu menguasai:

1. Macam-macam jenis perkakas tangan sederhana, seperti tang, obeng, palu dan perkakas tangan lainnya.
2. Telah mencoba menggunakan perkakas tangan sederhana untuk pekerjaan dasar.

Pada dasarnya peneliti hanya memberikan materi teknik ilmu mekanika dan rekayasa berdasarkan akan kebutuhan primer dari dunia industri dan dunia kerja. Terutama pada bidang yang notabene masih berkaitan dengan dunia olahraga. Peneliti membatasi penggunaan perkakas tangan dengan tingkatan yang lebih tinggi untuk tidak diterapkan pada mahasiswa ilmu keolahragaan. Peneliti berpendapat bahwa perkakas tangan dengan tingkatan yang lebih tinggi tidak memungkinkan untuk

diimplementasikan. Dikarenakan penggunaan perkakas tangan dengan tingkatan yang lebih tinggi, hanya diutamakan pada jurusan teknik yang sebenarnya.

4.5 Kesimpulan dan Rekomendasi

4.5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil survey, wawancara, dan pengiriman kuesioner maka diperoleh hasil berupa pencapaian dan dukungan pada pemecahan masalah dibidang rekayasa dengan rata-rata jawaban benar sebesar 58%, lalu untuk jawaban salah sebesar 32%, bagi yang tidak menjawab memiliki hasil 10% dan dukungan untuk materi kursus baru sebesar 78%. Sedangkan hasil rata-rata pemahaman mahasiswa ilmu keolahragaan terhadap peralatan mekanik secara keseluruhan; hasil benar sebesar 74%, hasil salah sebesar 18%, dan yang mengosongi jawaban sebesar 10%.

Singkatnya, pentingnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada bidang olahraga. Memaksa dunia pendidikan untuk berinovasi dan berkembang lebih maju. Salah satunya dengan menerapkan materi kursus baru keterampilan kemampuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga. Karena didukung oleh bahan ajar silabus perkuliahan yang telah diadopsi secara komprehensif di bidang teknik olahraga. Sehingga diharapkan nantinya dapat membawa peluang peningkatan level pengembangan olahraga ketinggian yang lebih tinggi. Ini memainkan peran penting dalam mempromosikan pengembangan disiplin ilmu dan memperluas bidang penelitian terutama dibidang teknik olahraga. Departemen terkait harus mengutamakan pengembangan dan penelitian bahan materi baru di bidang teknik olahraga. Salah satunya dengan memanfaatkan peluang dan mempromosikan perkembangan industri olahraga yang cepat dan sehat [31]. Sedangkan menurut [27] materi keterampilan dan kemampuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga adalah merupakan materi yang wajib dikuasai oleh mahasiswa ilmu keolahragaan.

Untuk itu harapannya dengan menyediakan lokasi yang ideal untuk program teknik olahraga. Tujuannya agar keterampilan dan kemampuan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga lebih mudah untuk diimplementasikan kepada siswa. Sehingga siswa memiliki peluang besar untuk berinteraksi dengan atlet, pelatih, personel organisasi olahraga, praktikum riset teknik olahraga, dan akses dengan produsen peralatan. Adapun kursus dan penelitian pengembangan siswa, yaitu mencakup keterampilan berbicara profesional, pengajaran di kelas, pendampingan, peluang magang, dan partisipasi aktif dalam konferensi olahraga.

4.5.2 Rekomendasi

Selain pelatih dan ilmuwan olahraga, peneliti juga dapat membantu dalam menentukan parameter di mana permasalahan ditemukan, lalu mengumpulkan bukti dan menentukan solusi melalui pengamatan, pengukuran, dan evaluasi (Ringuet-Riot et al., 2013). Inovasi pada pengajaran yang diperlukan sangatlah penting, agar materi yang diberikan dapat dipahami dan tersampaikan ke mahasiswa dengan jelas. Oleh karena itu peneliti berencana untuk membuat program susunan materi teknik olahraga berdasarkan 2760 PE Jenkins dkk. / *Procedia Engineering* 2 (2010) 2757–2762 dengan materi yang diberikan berupa pengetahuan keterampilan dasar umum ilmu mekanika olahraga dan rekayasa olahraga. Selain itu harapan kedepannya peneliti ilmu keolahragaan lainnya dapat memberikan kontribusi

lebih banyak terhadap perkembangan teknik olahraga di Indonesia. Dengan begitu transfer ilmu teknik olahraga dapat lebih mudah dilakukan dikarenakan dukungan kolaborasi riset antar perguruan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Adair and W. Vamplew, *Sport in Australian History*. Melbourne: Oxford University Press, 1997.
- [2] T. Allen and J. E. Goff, "Resources for sports engineering education," *Sports Engineering*, vol. 21, pp. 245–253, 2018.
- [3] C. Atkinson, *Palo Alto Bicycles itself was founded in 1930. Chris's Company Has Worked There since Palo Alto, California*, 2014. [Online]. Available: <https://id.wikihow.com/>
- [4] S. Barris and C. Button, "A review of vision-based motion analysis in sport," *Sports Medicine*, vol. 38, pp. 1025–1043, 2008.
- [5] L. Q. Chang and S. M. Shen, "The study on the development and innovation of equipment materials used for China competitive dragon lion dance sports," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 253–255, pp. 451–455, 2013.
- [6] C. Chin and L.-G. Chia, "Implementing project work in biology through problem-based learning," *Journal of Biological Education*, vol. 38, no. 2, pp. 69–75, 2004.
- [7] V. A. Clifford, "The development of autonomous learners in a university setting," *Higher Education*
- [8] *Research and Development*, vol. 18, no. 1, pp. 115–128, 1999. D. R. Cooper and P. S. Schindler, *Business Research Methods*, 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2006.
- [9] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, *Buku Panduan Merdeka Belajar Kampus Merdeka*, 2020.
- [10] D. M. A. Fazey and J. A. Fazey, "The potential for autonomy in learning: perceptions of competence, motivation and locus of control in first year undergraduate students," *Studies in Higher Education*, vol. 26, no. 3, pp. 345–361, 2001.
- [11] C. Frohlich, "Physics of sports," *Journal of Physics*, vol. 79, pp. 565–574, 2011.
- [12] C. R. Frohlich and PS-1, "Physics of sports," *Journal of Physics*, vol. 54, pp. 590–593, 1986. D. Glover, S. Law, and A. Youngman, "Graduateness and employability: student perceptions of the personal outcomes of university education," *Research in Post- Compulsory Education*, vol. 7, no. 3, pp. 293–306, 2002.
- [13] J. E. Goff and T. Allen, "Use of video for teaching sports mechanics," *Proceedings*, vol. 112, 2020.
- [14] L. Holmes, "Reconsidering graduate employability: the 'graduate identity' approach," *Quality in Higher Education*, vol. 7, no. 2, pp. 111–119, 2001.
- [15] P. E. Jenkins, A. Plaseied, and M. Khodae, "UCD sports engineering program," *Procedia Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 2757–2762, 2010.
- [16] B. Little, "Reading between the lines of graduate employment," *Quality in Higher Education*, vol. 7, no.2, pp. 121–129, 2001.
- [17] L. Martin, J. West, and K. Bill, "Incorporating problem- based learning strategies to develop learner autonomy and employability skills in sports science undergraduates," *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, vol. 7, no. 1, pp. 18–30, 2008.
- [18] P. R. Medwell, L. A. Brooks, and B. S. Medwell, "Analysis of the lawn bowl trajectory as a teaching tool for sports engineering: development of a graphical user-interface," *Procedia Engineering*, vol. 13, pp. 531–537, 2011.
- [19] P. R. Medwell, P. N. Grimshaw, W. S. Robertson, and R. M. Kelso, "Developing sports engineering education in Australia," *Procedia Engineering*, vol. 34, pp. 260–265, 2012.
- [20] S. Mennin, P. Gordan, G. Majoer, and H. A. Shazali *The 1st National Conference on INSPIRE (2025)*
- [21] Osman, "Position paper on problem-based learning," *Education for Health*, vol. 16, no. 1, pp. 98–113, 2003.
- [22] M. H. Walizer, *Metode dan Analisis Penelitian*, Jilid 2: Mencari Hubungan. Jakarta: Erlangga, 1987.
- [23] I. Miliszewska and G. Tan, "Realising core graduate attributes in computer science through a CPR (collaboration-participation-relevance) approach to teaching," in *Proc. 27th Annual HERDSA Conf.*, Miri, Sarawak, AUS, 2004.
- [24] H. Murphy and N. Roopchand, "Intrinsic motivation and self-esteem in traditional and mature students at a post-1992 university in the north-east of England," *Educational Studies*, vol. 29, no. 2, pp. 243–259, 2003.
- [25] C. J. Ringuet-Riot, A. Hahn, and D. A. James, "A structured approach for technology innovation in sport," *Sports Technology*, vol. 6, no. 3, pp. 137–149, 2013.
- [26] R. Rydakov, Y. Nyashin, O. Ilyalov, and R. Podgaets, "Problems of sport engineering in teaching theoretical mechanics," *Procedia Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 2763–2768, 2010.
- [27] A. Setyobudi, *Teknik Gambar Mesin, Menggunakan Perkakas Tangan (M18.1A): Menggambar Detail Secara Rinci*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2005.
- [28] A. Setyobudi, *Katalog Dalam Terbitan (KDT) Teknik Mekatronika, Edisi Pertama*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.
- [29] M. R. Shorten, "Applied mechanics for humans: Challenges in sports engineering," in *Proc. 4th Australasian Congress on Applied Mechanics (ACAM)*, vol. 4846, Mar. 2005, pp. 45–56.
- [30] A. Smith and B. Stewart, "The special features of sport: A critical revisit," *Sport Management Review*, vol. 13, no. 1, pp. 1–13, 2010.
- [31] Z. Song and Y. Cai, "Application of nano-materials in sports engineering," *Advanced Materials Research*, vol. 602–604, pp. 281–284, 2013.
- [32] M. Vansteenkiste, W. Lens, and E. L. Deci, "Intrinsic versus extrinsic goal contents in self-determination theory: Another look at the quality of academic motivation," *Educational Psychologist*, vol. 41, no. 1, pp. 19–31, 2006.