

KARATE SCORING SYSTEM : Aplikasi Skoring Berbasis Android

Muhammad Nur Alif^{*1}, Encep Sudirjo¹, Hasby Rasydiq²

¹Program Studi PGSD Penjas, UPI Kampus Sumedang, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Mayor Abdurahman No 211, Kotakaler, Sumedang Utara, Kab. Sumedang

²Departemen Pendidikan Kepelatihan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154

*Corresponding Author. Email: mnalif@upi.edu

Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut para penyelenggara kegiatan olahraga untuk melakukan inovasi dalam menghadirkan suatu pertandingan yang efektif dan efisien. WKF (*World Karate Federation*) telah mengeluarkan peraturan terbaru untuk sistem penilaian nomor “kata” dalam pertandingan karate. Dengan demikian penulis menciptakan sebuah inovasi berupa aplikasi berbasis android untuk pencatat skor pertandingan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah R&D dengan menempuh beberapa langkah hingga aplikasi ini tervalidasi dan dikembangkan hingga menghasilkan produk. Dalam penelitian digunakan sampel sebanyak sepuluh atlet nomor “kata” dalam cabang olahraga karate. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi aplikasi *Karate Scoring System* efektif digunakan sebagai alat penilaian dan evaluasi pertandingan karate nomor “kata”. Hasil tersebut diperoleh dari validasi *application test* sebesar 0.955 dengan nilai Sig $0.000 < 0.05$. Reliabilitas untuk *application test* sebesar 1.000 dengan nilai Sig $0.000 < 0.05$. dengan demikian dapat disimpulkan bahwa aplikasi *scoring system* memiliki validasi yang tinggi untuk digunakan dalam pertandingan. Dengan menggunakan aplikasi *karate scoring system* waktu dalam satu rangkaian pertandingan “kata” menjadi efektif dengan tingkat perbedaan sebesar 40% dibandingkan menggunakan lembar penilaian manual. Namun dalam pelaksanaan uji coba produk ditemukan kesulitan dalam hal konektivitas jaringan internet dengan perangkat yang digunakan.

Kata kunci: Aplikasi, Scoring System, Karate

KARATE SCORING SYSTEM: Floating Android-Based Scoring Application

Abstract

The development of science and technology requires the sports organizers to innovate in presenting an effective and efficient competition. WKF (World Karate Federation) issued the latest regulations for the "KATA" number rating system in karate matches. Thus, the author creates an android-based application for recording match scores as one method to calculate the scores. The method used in this research was R&D by taking several steps until the application was validated and developed into a product. Ten athletes of "KATA" were joint as participants. The results showed that the use of the Karate Scoring System application was effectively used to calculate the "KATA" scoring in karate. The results were obtained from the application test validation of 0.955 with a Sig value of $0.000 < 0.05$. Reliability for the application test was 1,000 with a Sig value of $0,000 < 0.05$. Thus, it can be concluded that the scoring system application has high validation to be used in matches. The karate scoring application produces 40% time more effective compared to manual scoring sheet. However, internet network connectivity in the device may become an issue for this trial application.

Keywords: Aplikasi, Scoring System & Karate

PENDAHULUAN

Inovasi dalam bidang olahraga harus selalu menjadi konsentrasi para praktisi olahraga. Hal tersebut didasari oleh semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang dapat diimplementasikan dalam segala aspek kehidupan. *The rapid development of science and technology*

aims to facilitate humans in their activities, Harrigan, K.(2006, p.54). Bukan hanya digunakan untuk kegiatan keseharian, tetapi juga secara spesifik dalam dunia olahraga. Penerapan teknologi dalam dunia olahraga bukan dilakukan tanpa sebab. Salah satu dampak dari kemajuan teknologi adalah memudahkan para wasit dan juri dalam mengambil keputusan yang tepat saat pertandingan dalam olahraga berlangsung. Itulah sebabnya banyak cabang olahraga yang menggunakan perangkat canggih untuk meminimalisasi terjadinya keputusan kontroversial.

Baru-baru ini, para praktisi olahraga sedang berlomba-lomba menciptakan sebuah inovasi dalam kegiatan olahraga baik olahraga masyarakat, pendidikan olahraga, dan olahraga prestasi. *In achievement sports, a match is needed as a venue for the achievement of every competing athlete* Mathiasen, R(2018). Terselenggaranya kegiatan pertandingan olahraga tentunya harus didukung oleh perangkat pertandingan yang terintegrasi dengan baik. Peran teknologi dalam penyelenggaraan pertandingan sangat dibutuhkan demi kelancaran jalannya pertandingan. Pengembangan sistem pertandingan berbasis IPTEK yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menciptakan sebuah aplikasi pencatatan skor berbasis android dalam pertandingan cabang olahraga karate dinomor “kata”.

Dalam pertandingan “kata”, terdapat bentuk dan sikap yang harus dikuasai oleh seorang karateka, seperti kekuatan, kecepatan dan kelincahan. Ketiganya merupakan bentuk penghayatan dalam realitas karate yang sebenarnya Victorianus (2012, p.45). Selain itu Chabene (2012, p.23) mengungkapkan bahwa “*Performance appraisal of performance in kata matches is basically based on several components such as technique, innate rhythm, strength, expression on movements, and kime (movement of short isometrics muscle contractions)*”. Terdapat kriteria khusus dalam melakukan penilaian pertandingan nomor kata. Banyaknya indikator penilaian membuat para juri membutuhkan waktu sedikit lebih lama dalam menghitung skor untuk didistribusikan ke dalam skoring secara utuh. Dengan demikian waktu yang dibutuhkan dalam satu pertandingan menjadi sangat tidak efektif, dan hal tersebut berdampak kepada ketepatan rangkaian jadwal pertandingan selanjutnya. Terdapat beberapa vendor pertandingan cabang olahraga karate yang sudah digunakan dalam beberapa multi event seperti PORDA, PON bahkan Seagames. Namun mahalnya produk yang ditawarkan oleh vendor –vendor besar membuat para event organizer dikalangan mahasiswa kesulitan untuk menyelenggarakan pertandingan karate ditingkat daerah sebagai ajang pembibitan calon atlet dimasa yang akan datang.

Terdapat beberapa penelitian bidang pengembangan skoring sistem dalam beberapa cabang olahraga, penelitian yang dilakukan oleh Zago, M., (2017, p.34) tentang bagaimana sebuah pertandingan judo direkam dan disimpan sebagai analisis kemampuan dari setiap atlet yang bertanding. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Fellingham, G. W (1994, p.11), dalam penelitian ini pencatatan skor dalam pertandingan bola volly direkam secara detail baik waktu maupun bagaimana poin itu didapat. Belum adanya pengembangan aplikasi pertandingan yang praktis berbasis android dalam cabang olahraga karate menjadi alasan penelitian ini dilakukan.

Dibutuhkan aplikasi yang murah dan praktis serta dapat diakses dengan cepat dalam sebuah pertandingan olahraga Beese, M. E (2015, p.24). Pengembangan aplikasi *scoring system* didasari karena adanya kebijakan dan peraturan terbaru dalam (*World Karate Federation Effective Rules 1.1.2019*). selain itu belum diberlakukannya kebijakan WKF (*World Karate Federation*) oleh FORKI (Federasi Olahraga Karate-do Indonesia) secara menyeluruh disetiap pertandingan yang berjenjang di Indonesia. Penelitian ini mengembangkan aplikasi *scoring system* dengan mengadopsi peraturan pertandingan kata berdasarkan *World Karate Federation Effective Rules 1.1.2019*. Pengembangan aplikasi menggunakan beberapa komponen *software* seperti *MySQL*, *HTML*, *Java Script*, *PHP* dan *Ionic Framework* sebagai pendukung utama, sedangkan untuk *outputnya* menggunakan beberapa komponen *hardware* seperti *gadget*, *wifi/internet access*, *monitor*, *HDMI/VGA/RGB* dan *laptop*.

Dalam aplikasi *scoring system* terdapat input penilaian secara cepat dan otomatis (*Real-time databased*) untuk mengevaluasi hasil penilaian yang diberikan oleh wasit dan juri kepada panel skoring board sehingga peserta dan penonton dapat langsung melihat skor yang diperoleh setelah atlet memperagakan gerak kata. Dengan demikian kecepatan petugas pencatatan skor dalam mengolah nilai yang didistribusikan dari panel wasit dan juri dapat langsung dilihat untuk mengetahui peringkat atlet dalam suatu pertandingan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development (R&D)*. Agar dapat menghasilkan produk tertentu maka digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan untuk dapat menguji keefektifan produk tersebut agar dapat digunakan sesuai fungsinya dimasyarakat luas Sugiyono (2016, p.67). Penelitian ini bertujuan mempermudah penilaian dan transparansi pertandingan “kata” dengan mengembangkan aplikasi *scoring system* yang dilengkapi dengan dua kriteria penilaian yaitu kemampuan teknik dan fisik berdasarkan peraturan WKF (*World Karate Federation*) tahun 2019.

Partisipan

Peserta uji coba produk dalam penelitian ini terbagi ke dalam dua kategori. Kategori pertama merupakan anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Karate Universitas Pendidikan Indonesia sebanyak 5 orang atlet putri dan 5 orang atlet putra pada nomor pertandingan “kata”. Kategori kedua adalah wasit dan juri B nomor pertandingan “kata” berlisensi Nasional dan diakui FORKI (Federasi Olahraga Karate Do Indonesia). Peserta kategori pertama dalam uji coba produk hasil penelitian tersebut dipilih dengan kriteria umur yang hampir sama dengan rentang 18 sampai 22 tahun.

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian dan pengembangan ini difokuskan untuk menghasilkan produk yaitu *Aplikasi Scoring System* pada Pertandingan “Kata”. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) Potensi dan masalah yang diangkat dalam penelitian yaitu belum diberlakukannya sistem skoring yang merujuk pada peraturan terbaru (*World Karate Federation*). 2) Peneliti mengumpulkan berbagai informasi untuk menentukan kebutuhan dalam merancang sebuah produk tepat guna yang dapat digunakan dalam sebuah pertandingan karate dinomor “kata”. 3) Desain produk *Aplikasi scoring system* dirancang dengan konsep yang sederhana. Terdapat dua kriteria penilaian yang meliputi kriteria fisik dan teknik menggunakan skala poin dari 5.0-10.0 dan skala peningkatan sebesar 0.2. Desain dalam aplikasi ini sangat sederhana dan mudah digunakan. Tampilan yang simpel memudahkan para wasit dan juri dalam melakukan penilaian terhadap atlet yang sedang bertanding. 4) Validasi dalam penelitian ini diuji cobakan kepada 10 sampel atlet karate dengan dua kali tes. Uji coba aplikasi akan diujikan terhadap 10 atlet untuk bermain *kata* dan dievaluasi untuk dinilai oleh wasit/juri berdasarkan peraturan yang digunakan. Setelah dilakukan validasi dan perbaikan desain, dilakukan uji coba produk. 5) Revisi produk dilakukan setelah validasi produk melalui diskusi dengan para ahli, yaitu ahli elektronika dan ahli dalam karate. 6) Uji Coba Pemakaian pertama dilakukan dengan eksperimen yaitu membandingkan efektifitas dan efisiensi sistem kerja peraturan terbaru tanpa aplikasi dengan menggunakan aplikasi. 7) Penyempurnaan Produk akan dilihat dari keberhasilan pada uji coba pemakaian aplikasi yang sudah direvisi sebelumnya. 8) Aplikasi yang sudah dilakukan uji coba pemakaian pertama dan kedua, maka dilakukan penyempurnaan produk, setelah itu aplikasi sudah siap untuk digunakan dalam tahapan pre-test.

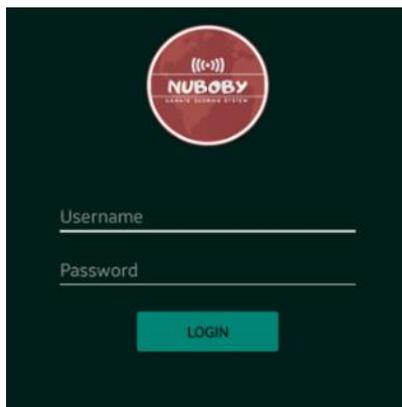
Data Analysis

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa uji produk, yang pertama uji validitas dan reliabilitas produk *scoring system*. Uji validitas dilakukan dengan teknik korelasi *pearson* yang mengkaitkan hasil nilai dari satu juri yang mengoperasikan aplikasi *scoring system* pada perangkat android. Setelah uji validitas selesai, dilakukan uji reliabilitas untuk mengukur apakah produk tersebut dapat digunakan pada kriteria pertandingan kata secara umum. Uji reabilitas dilakukan dengan mencari nilai *r*, dengan demikian tingkat reliabilitas produk dapat diketahui termasuk dalam kriteria rendah, sedang atau tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Tampilan Produk

Penelitian ini menghasilkan sebuah produk aplikasi *scoring system* yang diberi nama *Nuboby App*. Nama tersebut berasal dari bahasa jepang yang artinya keluar dari kebiasaan lama. Berikut tampilan *Nuboby App* pada perangkat android yang digunakan untuk pertandingan karate nomor “kata” :



Gambar 1. Tampilan pada layar utama

Logo didesain seminimalis mungkin untuk tampilan awal pada aplikasi *scoring system* dalam pertandingan karate. Gambar 1 menunjukkan tampilan utama pada aplikasi untuk melakukan log in ketika wasit dan juri akan melakukan penilaian pertandingan karate nomor “kata”. Wasit dan juri mendapatkan username dan password yang diberikan oleh petugas pencatat skor untuk dapat masuk ke dalam sistem aplikasi. *Username* dan *password* dari setiap perangkat sudah tersedia untuk wasit dan juri, sehingga apabila terjadi kesalahan dalam proses penilaian, sistem akan mencatat kapan dan siapa nama juri yang melakukan penilaian terhadap atlet tersebut.



Gambar 2. Tampilan pada layar penilaian “kata”

Gambar 2 merupakan tampilan pada layar juri untuk menilai performa atlet “kata” saat pertandingan berlangsung. Hasil penilaian akan terekam secara otomatis dan terakumulasi dengan nilai yang didapat dari juri yang lain.

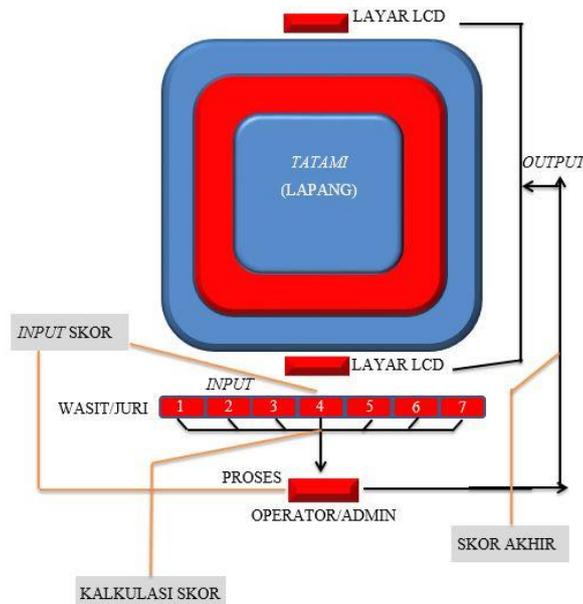


Gambar 3. Tampilan skor total penampilan atlet

Gambar 3 menunjukkan skor total dari 7 juri penilai dalam pertandingan. Skor dari setiap juri akan secara otomatis terakumulasi sehingga menunjukkan skor akhir sebagai pemeringkatan para atlet yang bertanding.

Cara Kerja Aplikasi

Aplikasi bekerja dengan mengolah poin yang telah diinput oleh tujuh orang wasit/juri untuk mendapat tiga poin tengah, dengan mencoret dua poin terendah dan dua poin tertinggi, kemudian total perolehan poin teknik dikalikan 70% sedangkan fisik 30% dengan skala penilaian 5.0-10.0 menggunakan peningkatan genap yaitu 0.2 yang kemudian akan muncul secara otomatis pada layar monitor hasil perolehan nilai akhir. Setelah seluruh sampel telah memporelah poin dari hasil memperagakan kata, secara otomatis poin akan muncul pada layar monitor output. Alur kerja alat dapat diamati pada gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Sistem kerja aplikasi Scoring

Langkah awal dalam pemasangannya perangkat pertandingan menggunakan aplikasi *scoring system* adalah dengan menginstal aplikasi *nuboby karate scoring system* pada setiap *gadget* para wasit dan juri. Selanjutnya menghubungkan laptop sebagai operator ke layar *monitor/LCD* dan jaringan internet, kemudian masuk ke *website nuboby karate scoring system* maka semuanya akan terhubung dan tersinkronisasi secara otomatis.

Hasil Validitas Aplikasi

Validasi aplikasi dilakukan menggunakan aplikasi *SPSS versi 20* dan menghitung besaran korelasi data dari setiap item skor dengan hasil skor keseluruhan. Berikut hasil validitas aplikasi *scoring system* yang dilakukan dalam penelitian :

Tabel 1. Hasil uji validitas menggunakan teknik korelasi pearson

Hasil	Kriteria (CS)
Pearson Correlation	0.699
Sig. (2-tailed)	0.024
N (sampel)	10.000
Pearson Correlation	0.955
Sig. (2-tailed)	0.000
N (sampel)	10.000
Pearson Correlation	1.000
Sig. (2-tailed)	
N (sampel)	10.000

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 1 menunjukkan tingkat koefisien korelasi pada hasil tes aplikasi *karate scoring system* sebesar 0,63 dan nilai signifikasni sebesar 0,024. Jiga dibandingkan dengan nilai taraf signifikansi 0,05 maka nilai signifikan tes $0,024 < \text{taraf signifikan } 0,05$. hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi *karate scoring system* dapat dikatakan sebagai alat ukur yang valid.

Hasil Reliabilitas Aplikasi

Agar aplikasi dapat digunakan dalam berbagai tingkat pertandingan maka dilakukan uji reabilitas tes. Uji reliabilitas dilakukan agar aplikasi *karate scoring system* dapat digunakan pada pertandingan karate nomor “kata” disetiap klasifikasi usia dalam sebuah pertandingan. Berikut merupakan hasil uji reliabilitas aplikasi *karate scoring system* :

Tabel 2. Hasil Reliabilitas Aplikasi

Correlations			
		Test	Re-test
Test	Pearson Correlation	1	.988**
	Sig. (2-tailed)		0
	N	10	10
Re-test	Pearson Correlation	.988**	1
	Sig. (2-tailed)	0	
	N	10	10

Tabel 2 menunjukkan besaran koefesien reliabilitas untuk sensor test sebesar 0,988 dengn nilai Sig $0,000 < 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa koefesien reliabiliats *aplication test* tersebut menunjukan reliabilitas yang cukup tinggi.

Pembahasan

Uji coba aplikasi dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama dilakukan perhitungan secara manual menggunakan lembar penilaian penampilan “kata”. Tahap kedua dan ketiga dilakukan dengan menggunakan aplikasi *scoring system* melalui simulasi pertandingan. Hasil dari peroleha skor ketiga tahap tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil Skor Peserta Uji Coba Aplikasi Karate Scoring System

No	Nama	Tes		Tes Aplikasi			
		Manual	Detik	Tes II	Detik	Tes III	Detik
		Tes I					
1	AL	20	45	21	13	21	13
2	DF	21	34	22	14	22	14
3	MW	20	43	20	11	20	12
4	NB	21	44	21	15	21	13
5	SQ	19	45	20	14	20	13
6	TS	21	38	22	15	22	16
7	AM	20	39	21	11	21	12
8	IT	20	45	20	13	20	15
9	PT	20	56	21	14	21	14
10	RW	19	35	20	12	21	12
	Rata-rata	21,4	41,5	21,5	14,3	21,6	15,5

Data menunjukan hasil tiga tahap uji coba, tahap pertama dilakukan secara manual dengan menggunakan lembar penilaian “kata” yang harus diisi oleh para wasit dan juri secara manual untuk kemudian diserahkan kepada dewan wasit dan dihitung satu persatu baru kemudian dapat diperlihatkan hasilnya pada *scoring board*. Sedangkan uji coba produk tahap kedu dan ketiga dilakukan menggunakan aplikasi *karate scoring system* yang sudah terintegrasi langsung dari setiap wasit dan juri untuk kemudian hasil penilaian secara otomatis diolah melalui sistem kemudian ditampilkan pada *scoring board*. Pada tabel 3 terdapat kesamaan rerata skor yang diperoleh dari hasil perhitungan manual menggunakan lembar penilaian dengan hasil perhitungan menggunakan *karate scoring system*. Namun demikian, terlihat perbedaan waktu yang signifikan antara hasil perhitungan manual dengan perhitungan

menggunakan aplikasi. Pada hasil perhitungan secara manual dibutuhkan sekitar 41,5 detik dalam melakukan pengolahan skor dari satu atlet yang bertanding. Sedangkan pada perhitungan menggunakan aplikasi, wasit dan juri hanya membutuhkan waktu sekitar 14,3 sampai 15,5 detik dalam mengolah skor dari tujuh orang wasit dan juri. Dengan demikian aplikasi *karate scoring system* dapat memangkas waktu pertandingan sebesar 40 % dalam satu rangkaian pertandingan “kata” dalam cabang olahraga karate.

Scoring application is designed so that the game can run effectively and efficiently Fellingham, G. W (1994). Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi harus menjadi acuan pada praktisi olahraga dalam menciptakan suatu perubahan demi kemajuan olahraga itu sendiri. *This research and development proves that by utilizing digital applications in the implementation of a match can make time effective and facilitate the performance of all elements involved in the competition system* Villapol, M. E Penggunaan teknologi dalam setiap kegiatan pertandingan akan memberikan kemudahan bagi para penyelenggara pertandingan olahraga khususnya cabang olahraga karate. Waktu yang dibutuhkan dalam pertandingan menjadi lebih singkat, dengan demikian pertandingan berjalan sangat efektif dan efisien Namun pengembangan aplikasi *karate scoring system* harus terus dilakukan, mengingat masih terdapat beberapa kekurangan pada saat pengoperasian di lapangan. Salah satu kendala yang sering terjadi adalah stabilisasi jaringan yang kurang baik, dan spesifikasi perangkat android yang tidak sesuai dengan besar ruang yang dibutuhkan saat pengoperasian aplikasi.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan keefektifan produk aplikasi yang cukup besar dalam pelaksanaan pertandingan “kata” dalam cabang beladiri karate. Hal tersebut dibuktikan dengan kecepatan aplikasi *karate scoring system* dalam mengolah hasil penilaian dari tujuh wasit /juri yang kemudian terintegrasi dengan sistem dan ditampilkan pada layar besar agar atlet/penonton dapat langsung melihat hasil penilaian. Besaran tes validitas menggunakan aplikasi *scoring system (nuboby)* berada pada tingkat interpretasi Validitas *aplication test* dengan nilai r 0,81 -1,00 dengan kisaran Sangat Tinggi. koefisien validitas *aplication test* tersebut Sangat Signifikan yang artinya aplikasi *karate scoring system* dapat digunakan untuk mengukur kemampuan seorang atlet karate dalam memperagakan gerakan “kata” pada saat pertandingan. Begitu juga dengan Besaran uji reliabilitas aplikasi *scoring system (nuboby)* berada pada tingkat interpretasi Reliabilitas *aplication test* dengan nilai 0,81 sampai 1,00 dan kriteria sangat Tinggi yang berarti aplikasi ini Sangat Reliabel untuk digunakan pada tingkatan kelas pertandingan yang berbeda-beda..

Melalui penelitian ini besar harapan untuk meningkatkan profesionalitas perkembangan olahraga karate dalam bidang teknologi di Indonesia. Masih terdapat beberapa kekurangan dalam pengembangan aplikasi *scoring system (nuboby)*. Maka penulis menyusun rekomendasi agar aplikasi yang telah dikembangkan menjadi lebih baik, dengan cara melakukan *upgrading* perangkat pada pengembangan penelitian yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Beese, M. E., Joy, E., Switzler, C. L., & Hicks-Little, C. (2015). Landing error scoring system differences between single-sport and multi-sport female high school-aged athletes. *Journal of Athletic Training, 50*(8), 806-811. doi:<http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-50.7.01>
- Chaabène, H., dkk. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.2165/11633050-000000000-00000>
- Fellingham, G. W., Collings, B. J., & McGown, C. M. (1994). Developing an optimal scoring system with a special emphasis on volleyball. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 65*(3), 237-43. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1994.10607624>
- Harrigan, K., Logan, R., Sluti, A., & Rogge, R. (2006). Instrumented sparring vest to aid in martial arts scoring. *Biomedical Sciences Instrumentation, 42*, 211-216. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/68610175?accountid=38628>

- Mathiasen, R., Hogrefe, C., Harland, K., Peterson, A., & Smoot, M. K. (2018). Longitudinal improvement in balance error scoring system scores among NCAA division-I football athletes. *Journal of Neurotrauma*, 35(4), 691-694. doi:<http://dx.doi.org/10.1089/neu.2017.5072>
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Villapol, M. E., Jansen, H., Morales, A., Flores, J., Rodrigues, H., & Huerta, M. (2017). Recording, storing and querying judo match data using an Android tool and Cloud computing. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 231(4), 243–252.
- Victorianus, P. (2012). *Karate-Do Shotokan Kata*. Bogor: PT.Gramedia.
- Zago, M., Codari, M., Iaia, F. M., & Sforza, C. (2017). Multi-segmental movements as a function of experience in karate. *Journal of Sports Sciences*, 35(15), 1515-1522. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1223332>