

BAB IV

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

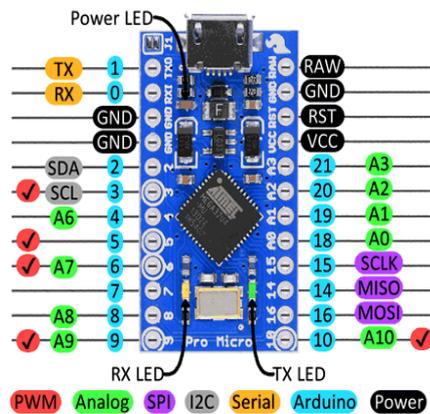
Tujuan pembuatan ini adalah memodifikasi sebuah sandsack yang dijadikan alternatif alat ukur untuk mengetahui *maximal power* tendangan dan pukulan.



Gambar 4.1 Semua Komponen Alat Ukur *Maximal Power* Tendangan Dan Pukulan Dalam Olahraga Pencak Silat.

B. Komponen Alat Ukur

a. Arduino Pro Micro



Dalam alat ukur ini terdapat satu arduino. Arduino sangat mudah digunakan untuk membuat alat elektronik terutama yang membutuhkan pembacaan sensor dan pengolahan data dari sensor tersebut. Oleh karena itu, dalam pembuatan alat pengukur daya ini digunakan Arduino Pro Micro sebagai alat utama pengolah data sensor.

b. Bluetooth HC-05



Bluetooth HC-05 adalah alat komunikasi serial via bluetooth yang digunakan untuk menyambungkan software pada smartphone dengan alat pengukur daya agar data yang telah didapat dapat ditampilkan dengan mudah menggunakan smartphone.

c. IMU (Inertial Measurement Unit) MPU6050



IMU adalah sensor yang digunakan untuk mengukur keadaan inertia seperti akselerasi, kecepatan sudut, dan arah medan magnet yang ada. Dari hasil pengukuran tersebutlah dapat kita kalkulasikan daya yang diterima oleh alat tersebut. Untuk mengetahui rumus kalkulasi dari daya menggunakan pendekatan dua jenis gerakan yakni gerakan pertama merupakan gerak rotasi benda tegar yang di dekati dengan pergerakan batang dimana salah satu titik ujung batang sebagai porosnya dan pergerakan osilasi secara rotasi yang disebabkan oleh pegas yang digunakan pada sand sack tersebut. Dari kedua pergerakan tersebut ditentukan energy totalnya dimana energy total ini adalah energy yang diterima oleh sand sack akibat tendangan dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai energy total tersebut. Dari kedua nilai tersebut maka akan dapat ditentukan daya rata-rata (power) yang diterima oleh sand sack akibat tendangan. Adapun perumusan power dapat dilihat pada persamaan matematika (Srividya Devi, Puspahatha, & Sharma, 2013). Sebagai berikut :

$$P = \frac{E_{total}}{\Delta t}$$

Keterangan :

P (Watt) = Power Tendangan dan Pukulan

E_{total} (Joule) = Energi total yang dirasakan oleh sand sack yang terdiri dari energy rotasi dan energy pegas.

Δt (Sekon) = Selang waktu pemukulan yang dideteksi dengan ketika kecepatan rotasi dari sandsack yang memelan dari sebelumnya (percepatan negative).

a. Gerakan Rotasi

Pada gerakan rotasi sand sack didekati dengan benda tegar berupa batang dimana titik poros perputaran dari batang tersebut berada disalah satu ujung. Sehingga dengan demikian energy rotasi batang adalah.

$$E_{\text{rotasi}} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Keterangan :

E_{rotasi} (Joule) = Energi Rotasi

I (kg.m^2) = Momen Inersia batang

ω (rad/s) = Kecepatan sudut

Untuk perhitungan momen inersia itu sendiri menggunakan pendekatan bahwasanya sand sack merupakan batang homogen dengan massa sebesar 2.8 kg dan dengan panjang 1.2 meter. Sehingga momen inersia untuk batang yang berotasi pada poros titik ujung batang adalah.

$$I = \frac{1}{3} M l^2 = \frac{1}{3} \times 2.8 \times 1.2^2 = 1.39 \text{ kg.m}^2$$

Keterangan :

I (kg.m^2) = Momen Inersia Batang

l (m) = Panjang Batang

M (kg) = Massa batang

Sehingga Energi Rotasi dari sandsack tersebut menjadi.

$$E_{rotasi} = \frac{1}{2} \times 1.39 \times \omega^2 \text{ Joule}$$

b. Gerakan Osilasi

Gerakan osilasi disebabkan oleh pegas yang memiliki gaya pembalik. Sehingga dalam hal ini menggunakan pendekatan energy pada pegas khusus untuk gerakan rotasi seperti pada persamaan matematika dibawah ini.

$$E_{pegas} = \frac{1}{2} K (\Delta\theta)^2$$

Keterangan :

K (N.m/rad)= Konstanta Puntir Pegas

$\Delta\theta$ (rad)= Simpangan pegas

Sehingga dalam hal ini haru mengetahui terlebih dahulu konstanta punter pegas pada sandsack yang digunakan. Untuk mendapatkan konstanta tersebut diambil lah 7 data besar simpangan sudut dan gaya yang dibutuhkan untuk membuat simpangan tersebut pada titik yang sama. Hal ini bersesuaian dengan perumahasan hubungan gaya terhadap simpangan pada pegas yakni.

$$\tau = K \Delta\theta$$

$$F \cdot l = K \Delta\theta$$

$$F = \frac{K}{l} \Delta\theta$$

Keterangan :

K (N.m/rad) = Konstanta Puntir Pegas

$\Delta\theta$ (rad) = Simpangan pegas

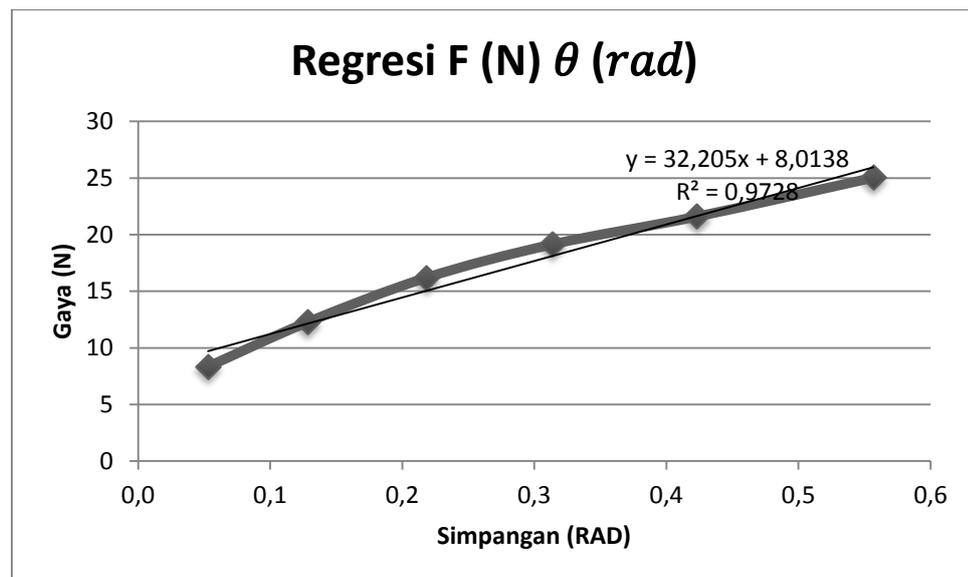
τ (N.m) = Torsi (Momen Gaya)

F (N) = Gaya yang diberikan

l (m) = Panjang Batang

Sehingga dilakukan regresi antara F dan $\Delta\theta$ sehingga didapat konstanta puntir pegas sebagai berikut.

F (N)	$\Delta\theta$ (rad)
8.347	0.052
12.275	0.128
16.203	0.218
19.149	0.313
21.604	0.423
25.041	0.556



Sehingga dari data tersebut didapat Konstanta pegas sebagai berikut :

$$\frac{K}{l} = 32.20$$

$$K = 32.20 \times 1.22 = 39.29 \text{ N.m/rad}$$

Sehingga Energi osilasi dari sandsack tersebut menjadi :

$$E_{pegas} = \frac{1}{2} \times 39.29 \times (\Delta\theta)^2$$

Dengan demikian didapat rumus total untuk perhitungan daya rata-rata (power) dari tendangan dan pukulan dapat dilihat pada persamaan matematika dibawah ini.

$$P = \frac{E_{total}}{\Delta t} = \frac{E_{rotasi} + E_{pegas}}{\Delta t}$$

$$P = \frac{\frac{1}{2} \times 1.39 \times \omega^2 + \frac{1}{2} \times 39.29 \times (\Delta\theta)^2}{\Delta t}$$

$$P = \frac{1.39 \times \omega^2 + 39.29 \times (\Delta\theta)^2}{2\Delta t}$$

a. Baterai 9V

Penyimpanan daya agar alat bersifat portable



C. Cara Kerja Alat

Secara general, data yang dikirimkan melalui komunikasi Bluetooth antara handphone Android dengan alat hanya berisikan satu data penting: hasil perhitungan daya dalam watt. Format pengiriman data yang dilakukan oleh alat adalah sebagai berikut:

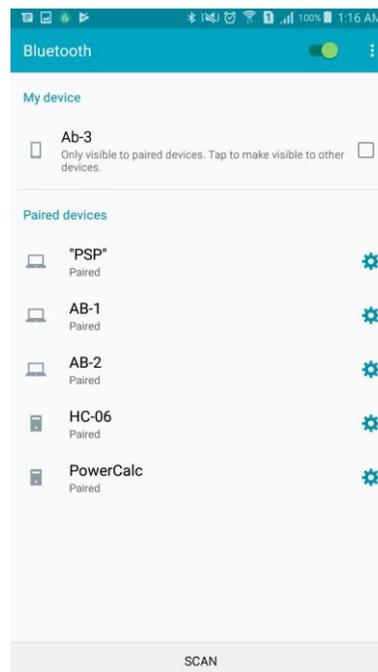
#<n1>/<n2>~

: start sign
 / : separator sign
 ~ : stop sign
 <n1> : data daya rata-rata dalam watt
 <n2> : tidak dipakai

Prosedur penggunaan alat cukup sederhana, yang mana bisa dibagikan atas 4 tahapan.

1. Melakukan pairing handphone dengan alat

Pairing dilakukan dengan cara yang umum. Mula-mula mencari “PowerCalc” dan melakukan pairing dengan memasukkan code “1234”. Berikut salah satu contoh tampilan apabila alat sudah *paired*.



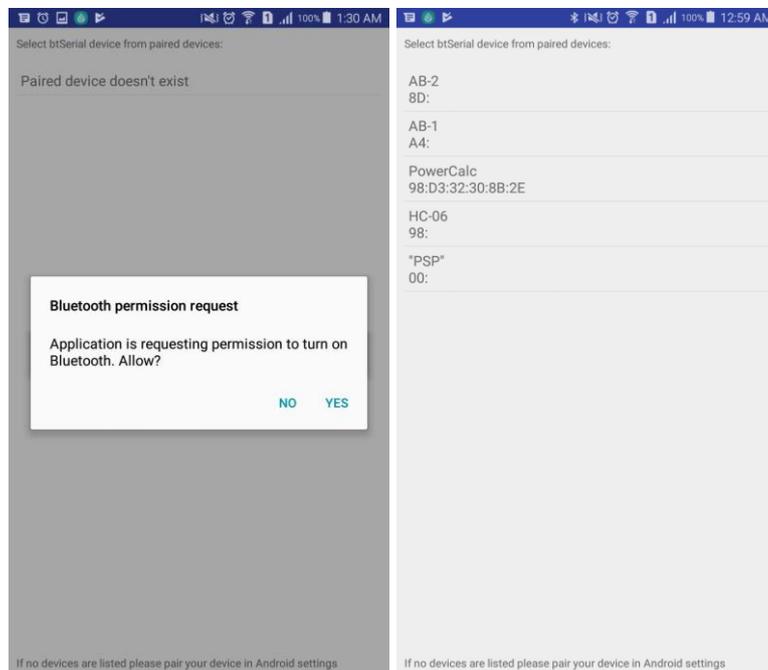
2. Menjalankan aplikasi Power Calculator

Aplikasi tersebut diperoleh melalui link sebagai berikut, atau meminta langsung kepada para developer alat: <http://bit.ly/powcalc>. Instalasi seperti instalasi file .apk biasa, dengan memastikan bahwa instalasi dari “Unknown Sources” telah diaktifkan pada konfigurasi Android. Berikut contoh penampilan ikon program apabila telah berhasil terinstall.



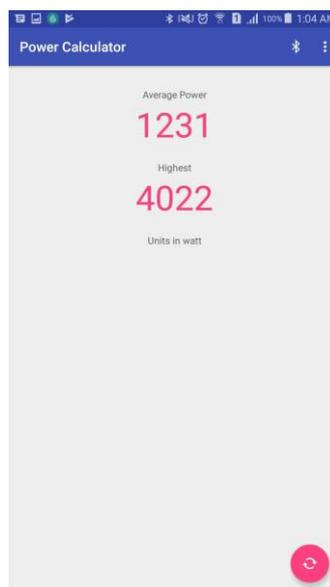
3. Menjalankan program

Aplikasi mula-mula akan meminta untuk mengaktifkan Bluetooth (apabila belum diaktifkan) dan memilih device. Tentunya device “PowerCalc” yang tadi sudah paired merupakan opsi yang benar.



4. Menggunakan alat

Pada tahapan ini, keseluruhan proses persiapan sudah selesai. Penggunaan lebih lanjut hanya akan perlu dimulai dari tahapan no.3 saja. Cara kerja aplikasi sangat sederhana, cukup dengan menekan tombol lingkaran merah muda yang ada di bagian kanan bawah. Jika normal, akan muncul tulisan “Recording new data”. Hal ini menunjukkan alat akan mulai merekam daya yang diberikan, sehingga proses pemukulan terhadap sandsack bisa dilakukan.



Hasil perhitungan akan secara otomatis terekam oleh alat dan dikirimkan ke aplikasi, sebagai contoh gambar di atas. Angka pertama akan menunjukkan hasil perhitungan yang terbaru sedangkan angka dibawahnya akan menunjukkan daya tertinggi dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan. Untuk memulai pengukuran lagi, hanya perlu menekan tombol merah muda yang sama.

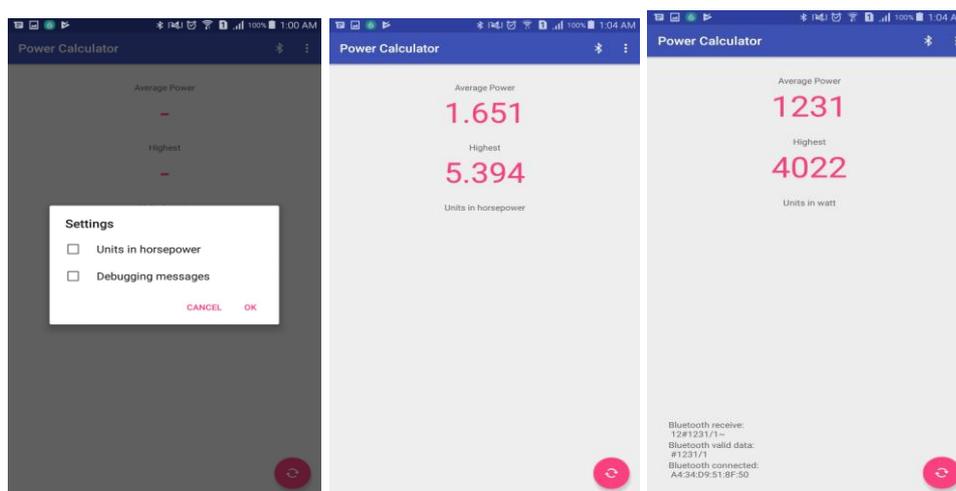
5. Fitur tambahan

Berikut merupakan fitur-fitur yang merupakan pelengkap aplikasi, terdapat pada pojok kanan atas:

- a. Ikon Bluetooth: Memilih device Bluetooth lainnya, misal apabila salah memilih atau ingin memperoleh data dari alat Power Calculator yang lain (semisal ada banyak).

- b. Ikon titik tiga: Menampilkan “Settings” (pengaturan), yang berisikan opsi-opsi “Units in Horsepower” untuk menampilkan perhitungan dalam satuan hp serta “Debugging Messages” untuk menampilkan data mentah yang dikirimkan alat kepada aplikasi.

Gambar-gambar di bawah ini berurutan-turut merupakan contoh dari Settings, kondisi dengan satuan horsepower, serta kondisi dengan Debugging Messages diaktifkan.



Secara menyeluruh, aplikasi memang sudah dibuat agar memiliki ukuran yang kecil, performa yang baik, rendah bug, serta memberikan tampilan yang bersih. Sehingga desain yang digunakan memang merupakan desain standar yang mengikuti Android Design Guidelines. Sedangkan dari sisi alat, hanya ada dua data yang diterima dari aplikasi. Data pertama merupakan simbol “x” yang menandakan bahwa aplikasi sudah terkoneksi dengan alat. Data kedua merupakan simbol “!” yang menandakan tombol lingkaran merah muda di Android sudah ditekan, menandakan bahwa pengguna mengirimkan perintah untuk mulai merekam data.

D. Hasil Uji Coba Alat Ukur Maximal Power Tendangan dan Pukulan

Uji coba alat ukur ini dilakukan selama 4 hari dengan jumlah 6 sampel penelitian yang ikut berpartisipasi. Setiap sampel melakukan 15 kali pukulan dan 15 kali tendangan setiap 1 kali pertemuan. Sehingga setiap sampel jika dijumlahkan dari hari pertama sampai hari ke empat melakukan 60 kali tendangan dan 60 kali pukulan. Jika ditotalkan dari keseluruhan sampel penelitian, maka alat ukur ini di uji cobakan sebanyak 720 kali. Untuk lebih jelasnya nilai rata-rata dan simpangan baku dari hasil uji coba alat ukur maximal power tendangan dan pukulan dapat dilihat pada tabel 4.1, 4.2, 4.3 dan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 1 Data Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Tendangan

Sampel/Hari	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
	(dalam satuan Watt)			
1	1062	1054	1137	1070
2	2610	2946	3050	3040
3	2656	2831	3019	3459
4	1409	1210	1175	1416
5	1489	953	1745	1838
6	712	852	1581	1535

Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Nilai Rata-Rata Pukulan

Sampel/Hari	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
	(dalam satuan Watt)			
1	2569	2537	2265	2751
2	4405	2192	1863	3473
3	3425	3868	3691	2772
4	2020	3110	2579	3714
5	1491	2148	1583	2080
6	1331	1784	2834	1461

Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Nilai Standart Deviasi Tendangan

Sampel/Hari	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
	(dalam satuan Watt)			
1	374	620	372	416
2	1283	659	1101	2010
3	745	1308	1220	2089
4	692	885	757	1428
5	780	173	1264	1394
6	144	345	446	1154

Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Nilai Standart Deviasi Pukulan

Sampel/Hari	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
	(dalam satuan Watt)			
1	561	673	627	846
2	997	1004	548	1314
3	651	1715	1309	1158
4	702	1040	1009	1101
5	734	1200	753	1026
6	449	809	1415	814

Untuk mengetahui tingkat validitas suatu alat ukur, digunakan teknik korelasi antara hasil nilai Pendekatan Acuan Norma (PAN), dengan norma penilaian standar skala 5 dengan tes uji coba pertama. Tes ke-1 dinotasikan sebagai variabel X , sedangkan nilai hasil dari PAN dinotasikan sebagai variabel Y . Kemudian tingkat reliabilitasnya digunakan pendekatan korelasi antara tes uji coba kedua dengan tes pengulangannya yang ketiga. Tes 2 dinotasikan sebagai variabel X , sedangkan Tes 3 dinotasikan sebagai variabel Y . Untuk lebih jelasnya data hasil perhitungan tes uji validitas alat ukur *power maximal* tendangan dan pukulan dapat dilihat pada Tabel 4.5, Tabel 4.6 dan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan Uji Validitas

Tes Alat Ukur Power	Nilai Koefisien	Interpretasi
Maximal	Korelasi	Koefisien Korelasi
Tendangan	0,949	Sangat Kuat
Pukulan	0,963	Sangat Kuat

Dari data hasil perhitungan uji validitas dengan interpretasi koefisien korelasi di atas, menyatakan bahwa kedua tes uji validitas alat ukur *power maximal* tendangan dan pukulan di atas memiliki derajat validitas dengan koefisien korelasi sangat kuat. Kemudian membandingkan dengan tabel r yang akan digunakan untuk menguji hasil uji validitas instrument penelitian. Dengan kriteria sebagai berikut :

$$df = n - 2, \text{ dengan signifikansi } 5\%$$

ketentuan pengambilan keputusan :

- 1) apabila $r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$, maka instrument penelitian tersebut dikatakan memiliki validitas
- 2) apabila $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$, maka instrument penelitian tersebut dikatakan tidak memiliki validitas

$$r \text{ tabel} : df = n - 2$$

$$df = 90 - 2 = 88$$

Maka r tabel nilai df 88 dengan signifikansi 5 % adalah 0,207. Maka dapat disimpulkan hasil validitas alat ukur *power maximal* tendangan bahwa $r \text{ thitung} >$ dari r tabel, yaitu $0,949 > 0,2072$, maka alat ukur *power maximal* tendangan pada penelitian ini memiliki validitas. Sedangkan kesimpulan hasil validitas alat ukur *power maximal* pukulan bahwa $r \text{ thitung} >$ dari r tabel, yaitu $0,963 > 0,207$, maka alat ukur *power maximal* pukulan pada penelitian ini memiliki validitas.

Untuk menghitung realibilitas tes dengan menggunakan pendekatan Uji ulang (Test-Retest) dengan mengkorelasikan tes 2 dan tes 3 dengan bantuan software SPSS, sebagai berikut :

Tabel 4.6 Data Hasil Realibilitas Tendangan

		TES_2	TES_3
TES_2	Pearson Correlation	1	,607**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	90	90
TES_3	Pearson Correlation	,607**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	90	90
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

Dengan ketentuan

H_0 : tidak terdapat konsistensi hasil yang didapat pada tes 2 dan tes 3.

H_1 : terdapat konsistensi hasil yang didapat pada tes 2 dan tes 3

Dengan pengambil keputusan :

Jika nilai signifikansi $< 0,01$, maka H_0 ditolak

Jika nilai signifikansi $> 0,01$, maka H_0 diterima

Dari tabel 4.17 nilai *pearson correlation* sebesar 0,607 dan nilai signifikansinya yaitu 0,000. Artinya ada konsistensi dan kestabilan hasil yang didapat pada tes 2 dan tes 3, karena nilai signifikansinya < 0.01 .

Tabel 4.7 Data Hasil Realibilitas Pukulan

		TES_2	TES_3
TES_2	Pearson Correlation	1	,253*
	Sig. (2-tailed)		,016
	N	90	90
TES_3	Pearson Correlation	,253*	1
	Sig. (2-tailed)	,016	
	N	90	90
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).			

Dengan ketentuan

H_0 : tidak terdapat konsistensi hasil yang didapat pada tes 2 dan tes 3.

H_1 : terdapat konsistensi hasil yang didapat pada tes 2 dan tes 3

Dengan pengambil keputusan

Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka H_0 ditolak

Jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka H_0 diterima

Dari tabel 4.18 nilai *pearson correlation* sebesar 0,253 dan nilai signifikansinya yaitu 0,016. Artinya ada konsistensi dan kestabilan hasil yang didapat pada tes 2 dan tes 3, karena nilai signifikansinya < 0.05

E. Pembahasan

Dari semua tabel diatas ada hasil uji coba yang dilakukan oleh 6 sampel selama 4 hari. Dari data diatas terdapat perbedaan beberapa hasil uji coba alat ukur antara percoba 1 sampai 15. Hal ini dikarenakan bahwa tendangan itu membutuhkan ketepatan dan keakuratan sama halnya dengan pukulan. Kemudian energi yang dikeluarkan setiap sampel antara percobaan 1 sampai 15 tidak mungkin selalu sama. Dari hasil penelitian (Estevan, Jandacka, & Falco, 2013) bahwa *performance* suatu teknik tendangan dipengaruhi oleh posisi *stance* seorang atlet. Oleh sebab itu mempengaruhi dari hasil power tendangan dan pukulan itu sendiri. Kemudian sensor yang digunakan pada bentuk sandsack seperti ini adalah sensor yang bisa membaca pergerakan sandsack secara dinamis. Bukan bentuk sensor seperti *push button* yang jika ada tekanan bisa mengeluarkan nilai. Artinya hasil yang diperoleh pada saat melakukan tendangan dan pukulan tergantung pergerakan sandsack itu sendiri. Pasti ada perbedaan ketika orang yang melakukan tendangan pada bagian atas sandsack dan pada bagian bawah sandsack. Oleh sebab itu, hal itu bisa mempengaruhi hasil dari *power maximal* tendangan dan pukulan.

Dari data hasil perhitungan uji validitas (keseluruhan) dengan interpretasi koefisien korelasi di atas, menyatakan bahwa tes uji validitas alat ukur *power maximal* tendangan dan pukulan dengan model tersebut. Dapat diambil kesimpulan bahwa model digital sandsack tersebut bisa dijadikan alat ukur karena dapat memenuhi persyaratan validitas.

Dari data hasil perhitungan uji realibilitas keseluruhan di atas, menyatakan bahwa tes uji realibilitas alat ukur *power maximal* tendangan dan pukulan dengan model tersebut. Dapat diambil kesimpulan bahwa model digital sandsack tersebut bisa dijadikan alat ukur karena dapat memenuhi persyaratan realibilitas. Adanya kekonsistensi dan kestabilan alat ukur *power maximal* tendangan dan pukulan yang dilakukan uji coba selama 4 hari.

Jadi, Alat ukur *power maximal* tendangan dan pukulan ini memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang valid dan signifikan untuk digunakan sebagai suatu alat ukur *power maximal* tendangan dan pukulan. Penelitian ini dapat dijadikan panduan oleh atlet maupun pelatih dalam proses pelatihannya dan diharapkan konstruksi alat ukur ini dapat dipakai sebagai alat yang bisa membantu dalam pengukuran ataupun penelitian olahraga prestasi.

Salah satu pemanfaatan teknologi sebagai alat analisis yaitu dengan cara melakukan tes dan pengukuran. Saat melakukan tes dan pengukuran menggunakan alat yang berbasis teknologi ini dapat menghasilkan data yang memiliki tingkat validitas tinggi dari pada pengetesan secara manual, setelah itu data tersebut dianalisis dan disimpulkan. Dengan adanya alat ukur *power maximal* pukulan dan teknologi ini bahwa para pelatih dapat mengetahui kekurangan atau kesalahan yang nantinya dapat diperbaiki semasa proses latihan. Bisa dengan analisis biomekanika dan bisa juga dengan analisis kondisi fisik.