

ANALISIS PERANCANGAN BUSUR PANAH POLYVINYL CHLORIDE TIPE RECURVE DI ISI BAMBU DAN RESIN EPOKSI**Muhammad Dzulfikar* dan Nahar.**Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

*Email: muhammaddzulfikar@unwahas.ac.id

Abstrak

Dalam bidang olahraga tertentu material tradisional tetap bertahan dan hanya sedikit mengalami perubahan material. Topik-topik yang dibahas mencakup teknik percetakan-polimer yang revolusioner. Busur panah mengalami berbagai macam perkembangan. Maka perancangan yang akan diteliti sedikit berbeda dengan menggunakan PVC sebagai bahan material utamanya sedangkan resin dan bambu sebagai pelengkap. Adapun perancangan tersebut, dengan memipihkan PVC. Kemudian dilakukan tiller atau bending dan menimbang busur panah untuk mengetahui bow weight, draw weight dan draw length pada busur panah pada yang memenuhi standard panahan. Nilainya bow weightnya 24,44 lbs, 34,16 lbs, 29,11 lbs, 19,59 lbs. Sementara nilai draw length sepanjang 25,6 inchi, 26,2 inchi, 26,8 inchi, 26,6 inchi. Nilai draw weightnya 26,89 lbs, 32,02 lbs, 37,57 lbs, 21,54 lbs.

Kata kunci: bow, busur panah, pvc, resin, bambu.

PENDAHULUAN

Sebuah dunia teknik dan perkerayaan banyak merambah berbagai bidang. Dalam bidang olahraga tertentu material tradisional tetap bertahan dan hanya sedikit mengalami perubahan material, topik-topik yang dibahas mencakup teknik percetakan-polimer yang revolusioner (raket tenis), kekakuan dan kelenturan lengkung (stik golf), penyimpanan dan transfer energi (busur panah), masalah penyambungan (rangka sepeda), komposit-komposit baja *dupleks* (bilah anggar), ketahanan pada temperatur rendah (pengikat papan luncur salju) dan absorpsi kejutan (helm pengaman). Kombinasi yang vital antara struktur dan sifat akan terlihat sangat jelas. Terlihat bahwa sukses komersial selalu menuntut kemampuan untuk mengidentifikasi secara presisi sifat-sifat material yang penting selama proses desain dan pengembangan. (R. E. Smallman, R. J. Bishop, 1999)

Dalam penelusuran penulis di search engine sangat jarang meneliti proses pembuatan busur panah PVC. Namun jika mencari tempat penjualan busur panah PVC, kreativitas SDM di Indonesia tak kalah jauh dari internasional.

Namun ada literasi yang hampir mendekati dari penelitian ini, *World Archery South Africa* dan yang jadi acuan dalam proses pembuatan. Begitu pula buku *The Impossible Bow: Building Archery Bows With PVC Pipe*, karya Nicholas Tomihama, mengenai proses pembuatan busur panah PVC.

Berbekal informasi diatas penulis mencoba merancang ulang dengan bahan yang mudah didapat di Indonesia. Komposit sebagai dasar utama penelitian ini, dengan campuran PVC, Bambu, dan resin epoksi.

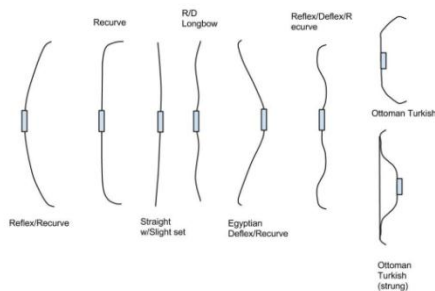
Dan berdasarkan hal – hal tersebut diatas maka penulis mencoba untuk mengadakan suatu penelitian dengan judul :

“Perancangan Busur Panah Pvc (*Polyvinyl Chloride*) Tipe Recurve Dengan Variasi Bambu Dan Resin Epoksi”

Kajian Pustaka**Busur panah**

Busur panah terdiri atas 3 jenis dasar sebagai berikut (Johnson, 2014):

Longbow: Busur Longbow biasanya terbuat dari material kayu tunggal. Busur *Recurve:* Serupa dengan gaya tembak busur di Olimpiade, tipe busur *recurve* bahwa *limb* memanjang, ketika digantung, kurva mundur dekat *riser* dan kemudian kurva ke depan (*recurve*) di ujung. Busur ini memiliki tarikan dan lepasan dari pada busur *Longbow*. Busur *Compound:* Lebih pendek dan lebih kompak, busur yang awalnya diciptakan untuk berburu tetapi sekarang sangat populer di kalangan para pemanah kompetitif. Jenis ini memiliki serangkaian roda, *cams*, kabel, dan *string*. *Cam* adalah jenis khusus roda yang menciptakan kecepatan busur yang lebih besar daripada roda bulat.



Gambar 1 Tipe-tipe desain Busur panah (Anonim)

Risers

Riser adalah "inti" dari bentuk busur. Sampai baru-baru ini, *riser* terbuat dari kayu, sering dikombinasikan dari berbagai jenis kayu. Tapi muncul bahan modern (panah karbon, *Fast Flight strings*) berarti bahwa kayu *riser* tidak bisa mengatasi ketegangan ditempatkan pada mereka dan perkembangan *riser* ditangani logam-sejak telah berlangsung. (Johnson, 2014)

Limbs

Limb bisa disebut bagian paling penting dari busur panah. Paling pokok dari *limb* ialah mengiramakan gerakan panah. Setiap memutar, atau akhiran antara *limb* selama proses itu dan itu akan sangat sulit untuk menempatkan panah pada ring 10.

Strings

Pastikan panjang *string* yang benar saat digunakan. Biasanya ini dibeli dengan panjang untuk mencocokkan panjang busur. Dengan menggunakan *string* yang benar ini memastikan jumlah yang tepat dari *string* berada di sekitar *recurve* pada setiap *limb* dan tinggi *brace* adalah spesifikasi produsen. Periksa buku pegangan busur untuk memastikan tinggi *brace* yang direkomendasikan untuk panjang busur diberikan.

Yang dibutuhkan adalah standardisasi unit, dimensi, rumus, dan metode pengukuran.

$$F = F_0 * (L_0/L)^3 * (W/W_0) * (T/T_0)^3 \dots\dots(1)$$

Diketahui:

F = *draw length* yang tak diketahui

L = panjang busur yang dihitung antar *string nocks*

W = kedalaman *bending limb* busur pada point di tengah

T = tebal menutup ke transisi kasan/sal transition (tempat tertipis *limb*)

F_0 , L_0 , W_0 and T_0 simbol perhitungan busur yang diketahui *draw length*nya (Karpowicz, 2008)

Resin Epoksi

Resin epoksi dapat didefinisikan sebagai setiap molekul yang mengandung dua atau lebih kelompok *alphaepoksi* yang dapat direaksikan untuk membentuk sistem termoset. Sebuah contoh dari resin epoksi difungsi adalah *diglycidyl ether of Bisphenol-A* (DGEBA) yang dibentuk oleh reaksi *Bisphenol-A* dengan *epiklorohidrin* di hadapan natrium hidroksida. Resin ini mempunyai karakteristik keras dan getas, tetapi dalam penggunaan, plastik hampir selalu mengandung bahan campuran lain untuk menyesuaikan sifat mekaniknya, baik dari sisi kekuatan, kekenyalan, keuletan, dll.

Bambu

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan dengan rongga dan ruas di batangnya. Bambu memiliki banyak tipe. Nama lain dari bambu adalah buluh, aur, dan eru. Di dunia ini bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan paling cepat. Karena memiliki sistem *rhizoma-dependen* unik, dalam sehari bambu dapat tumbuh sepanjang 60 cm (24 inchi) bahkan lebih, tergantung pada kondisi tanah dan klimatologi tempat ia ditanam. Bambu mampu menolak lebih tarik daripada kompresi. Slim tabung adalah Superior kesempatan ini, terlalu. Di dalam kulit luar silificated Anda menemukan beban aksial ekstrem – elastik paralel serat dengan kekuatan tarik 40kN/cm². Sebagai perbandingan: serat kayu ekstrem yang kuat dapat menolak ketegangan hingga 5 kN/cm² dan baja ST 37 dapat menolak ketegangan tertinggi mungkin dari 37 kN/cm².

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan Penelitian

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa bahan yang digunakan untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun bahan dan alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pipa PVC

Pipa Pvc yang digunakan sebagai limbs. Pipa PVC tersebut menggunakan ukuran $\frac{3}{4}$

inci sesuai dengan ukuran standar internasional busur panah diatas.

2. Bambu

Bambu digunakan sebagai isian pada limb di PVC. Ada dua cara untuk mengisi bambu yang digunakan : dipotong tipis hingga 0.5 mm dan dipotong menyerupai sumpit.

3. Resin Epoxy

Selain sebagai pengikat matriks bambu, resin digunakan sebagai lem untuk memudahkan mengikatkan bambu.

4. Kayu Mahoni

Kayu ini digunakan untuk pembuatan *riser* atau *handle* busur panah

Alat Penelitian

Alat-alat dalam proses perancangan busur panah sebagai berikut:

1. *Limb*

Limb yang akan dibuat menggunakan pipa pvc. Adapun alat penunjang lain:

a) Cetakan untuk memipihkan pvc berupa dua kayu dengan lebar 6 cm dan panjang satu meter.



Gambar 2 Cetakan limb dari kayu

b) Hotgun.



Gambar 3 Hotgun

c) *Clamp* 3 inci



Gambar 4 Klem 3 inci

- d) Alat ukur : timbangan digital, penggaris
- e) Alat potong : pvc bender, gergaji; kayu dan besi,
- f) Ampelas
- g) *Riser*



Gambar 5 Desain *riser* dan hasil jadi *riser*

2. *Riser* ini dibuat dari kayu mahoni. Adapun alat-alat yang digunakan :

- a) Gergaji
- b) Alat ukur
- c) Pensil dan kertas untuk sketsa desain *riser*

3. *String*

String yang digunakan menggunakan benang poliester 20/6

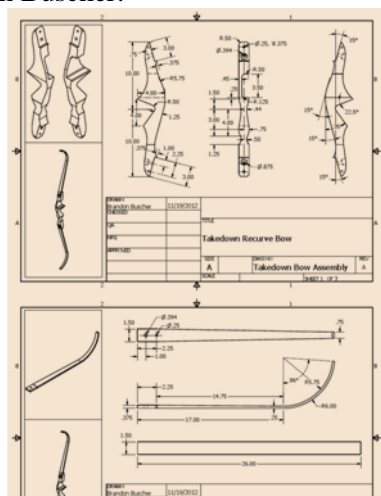
Alat Pengujian

- a) Alat uji bending
- b) *Tiller* atau mengukur menggunakan kayu
- c) Ukur dan timbang kelenturan menggunakan timbangan digital

Sebelum membuat busur panah pvc perlu dilakukan pemilihan. Hal ini perlu dilakukan karena tipe dan spesifikasi PVC dari tiga merk berbeda. Penulis menggunakan beberapa merk sebagai bandingan. Adapun penggunaan untuk limb busur panah tersebut menggunakan 3/4 inci.

Prosedur Penelitian

Desain gambar yang telah digambar oleh Brandon Buscher:



Gambar 6. Desain busur recurve standard (Brandon Buscher, 2012)

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas
 - a) PVC AW $\frac{3}{4}$ inchi merk; Maspion, Boss dan Langgeng
 - b) Isian Bambu; berbentuk pipih dan sumpit
 - c) Isian resin epoksi + *hardener* dan bambu
2. Variabel terikat
 - a) *Draw weight*

Draw weight mengacu ASTM F 1544 – 04, busur dengan gaya tarik yang dapat disetel, mengatur puncak atau daya tarik maksimum.

b) *Bow weight*

Untuk *bow weight* mengacu pada *Archery Manufacturers Organization*.

c) *Draw Length*

Mengacu pada *Archery Manufacturers Organization* sebagai berikut: panjang tarikan adalah jarak yang ditentukan, atau jarak pada tarikan penuh pemanah, dari titik nocking pada tali mengarah ke titik pivot pegangan busur.

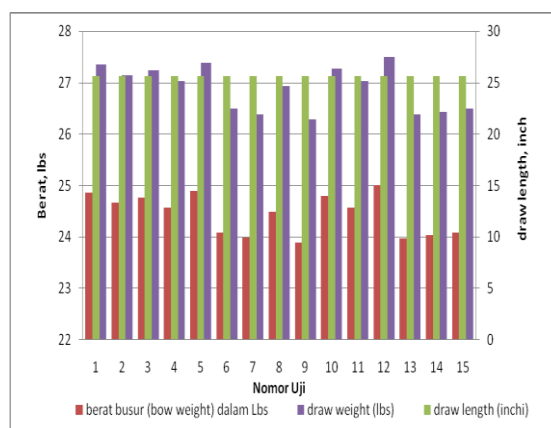
HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan ada beberapa macam:

1. Busur panah *recurve* dengan panjang *limb* menggunakan PVC masing-masing 23.62 inchi yang diisi bambu dengan tebal 1 cm, panjang *riser* 15.75 inchi, dan *string* 49,21 inchi.

Tabel 1 Perhitungan spesimen satu

Bow Weight (lbs)	Draw Length (inchi)	Draw Weight (lbs)
24,87	25.6	27.357
24,67	25.6	27.137
24,76	25.6	27.236
24,57	25.6	27.027
24,89	25.6	27.379
24,08	25.6	26.488
23,99	25.6	26.389
24,49	25.6	26.939
23,89	25.6	26.279
24,79	25.6	27.269
24,57	25.6	27.027
25	25.6	27.5
23,98	25.6	26.378
24,03	25.6	26.433
24,09	25.6	26.499

**Gambar 7 Hasil perhitungan satu**

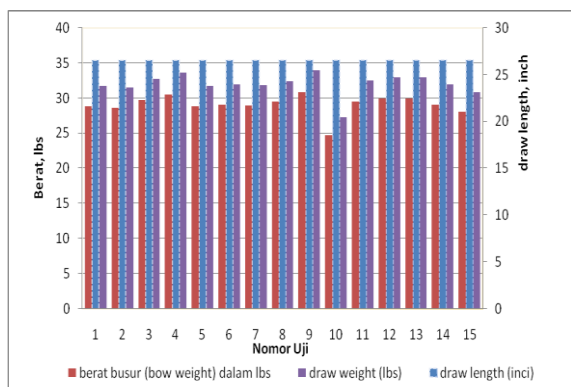
Busur pertama dalam 15 kali uji coba berhasil didapat; *bow weight* antara 23,89 lbs hingga 25 lbs. *Draw length* menggunakan perhitungan $draw\ length = 64\ inci \div 2.5 = 25,6\ inci$. Sementara *draw weight* mencapai 26,279 lbs hingga 27,5 lbs dengan metode hitung $draw\ weight = (bow\ weight \div 20 \times 2) + bow\ weight$.

2. PVC masing-masing 27.56 inchi isian bambu seperti sumpit dan resin epoksi dengan tebal 1 cm, *riser* dengan panjang 15,75 inchi, dan *string* 59,05 inchi.

Tabel 2 Perhitungan spesimen dua

Bow Weight (lbs)	Draw Length (inchi)	Draw Weight (lbs)
28,88	26.6	31.768
28,67	26.6	31.537
29,76	26.6	32.736
30,57	26.6	33.627

28,89	26.6	31.779
29,08	26.6	31.988
28,99	26.6	31.889
29,49	26.6	32.439
30,89	26.6	33.979
24,79	26.6	27.269
29,57	26.6	32.527
30	26.6	33
29,98	26.6	32.978
29,03	26.6	31.933
28,09	26.6	30.899

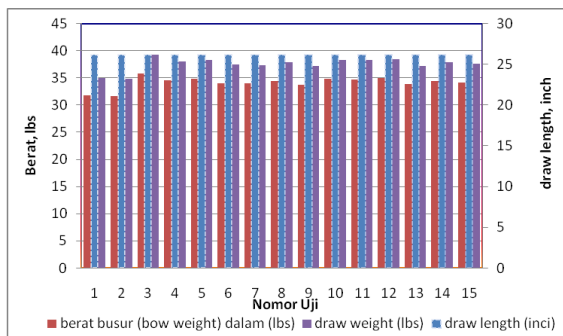


Gambar 8 Hasil perhitungan spesimen dua

Busur kedua dalam 15 kali uji coba berhasil didapat; *bow weight* 24,79 lbs hingga 30 lbs, *draw length* dengan perhitungan = $66,5 \div 2.5 = 26,6$ inci, *draw weight* mencapai 27,269 lbs hingga 33 lbs dengan metode hitung $draw\ weight = (bow\ weight \div 20 \times 2) + bow\ weight$.
 3. PVC masing-masing 27.56 inchi isian resin epoksi dengan tebal 1 cm, *riser* dengan panjang 15,75 inchi, dan *string* 59,05 inchi.

Tabel 3 Perhitungan spesimen tiga

Bow Weight (lbs)	Draw Length (inchi)	Draw Weight (lbs)
31,87	26.2	35.057
31,67	26.2	34.837
35,79	26.2	39.369
34,58	26.2	38.038
34,89	26.2	38.379
34,08	26.2	37.488
33,99	26.2	37.389
34,49	26.2	37.939
33,80	26.2	37.18
34,89	26.2	38.379
34,79	26.2	38.269
35	26.2	38.5
33,88	26.2	37.268
34,43	26.2	37.873
34,19	26.2	37.609

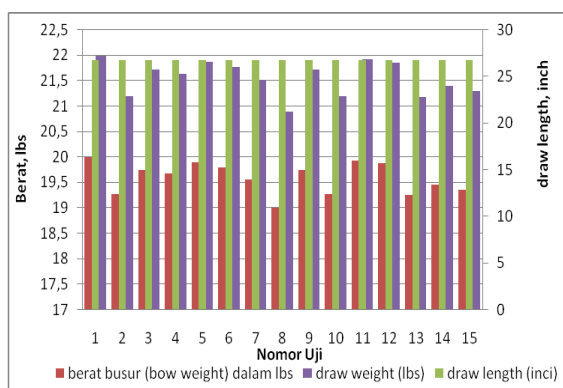


Gambar 9 Hasil perhitungan spesimen tiga

Busur ketiga dalam 15 kali uji coba berhasil didapat; *bow weight* 31,67 lbs hingga 35 lbs, *draw length* dengan perhitungan = $65,5 \div 2.5 = 26,2$ inci, *draw weight* mencapai 34,837 lbs hingga 38,5 lbs dengan metode hitung $draw\ weight = (bow\ weight \div 20 \times 2) + bow\ weight$.
 4. Pipa PVC tanpa isian, panjang *riser* dengan panjang 15,75 inchi, dan *string* 59,05 inchi.

Tabel 4 Perhitungan spesimen empat

Bow Weight (lbs)	Draw Length (inchi)	Draw Weight (lbs)
31,87	26.2	35.057
31,67	26.2	34.837
35,79	26.2	39.369
34,58	26.2	38.038
34,89	26.2	38.379
34,08	26.2	37.488
33,99	26.2	37.389
34,49	26.2	37.939
33,80	26.2	37.18
34,89	26.2	38.379
34,79	26.2	38.269
35	26.2	38.5
33,88	26.2	37.268
34,43	26.2	37.873
34,19	26.2	37.609

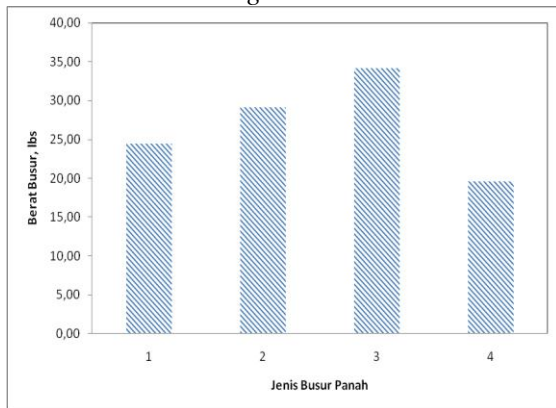


Gambar 10 Hasil perhitungan spesimen empat

Busur keempat dalam 15 kali uji coba berhasil didapat; *bow weight* 19,25 lbs hingga 20 lbs, *draw length* dengan perhitungan = $67 \div 2.5 = 26,8$ inci, *draw weight* mencapai 21,175 lbs hingga 22 lbs dengan metode hitung $draw\ weight = (bow\ weight \div 20 \times 2) + bow\ weight$.

Hasil-hasil diatas ini mengacu pada *archery manufacturers and merchants organization*, yang meneruskan ASTM F-1544-96 dan F1752-96 dalam menemukan metode hitung.

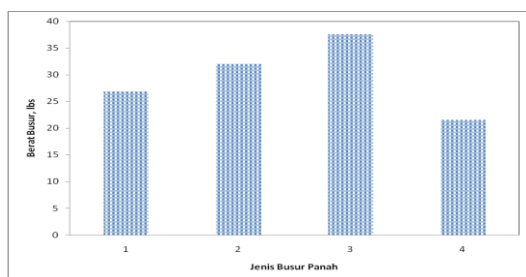
1. Rata-rata *bow weight*



Gambar 11 Rata-rata berat busur

Rata-rata berat busur bervariasi 24,44 lbs, 29,11 lbs, 34,16 lbs, 19,59 lbs. Nilai yang mendekati untuk ukuran keempat spesimen antara 25-35 lbs, dengan panjang *string* 59,01 dan panjang busur 62 inci ialah nomor dua.

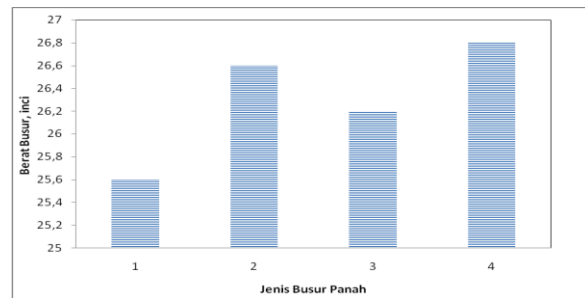
2. Rata-rata *draw weight*



Gambar 12 Rata-rata *draw weight*

Rata-rata *draw weight* didapatkan dengan 15 uji coba per spesimen. Cara perhitungan ini menggunakan metode perhitungan; $draw\ weight = (bow\ weight \div 20 \times 2) + bow\ weight$ atau dengan cara perhitungan; $draw\ weight = (bow\ weight \div 20 \times 2.5) - bow\ weight$.

3. Rata-rata *draw length*



Gambar 13 Rata-rata *draw length*

Rata-rata *draw length* ini menggunakan metode ukur titik panjang tangan A ke panjang tangan B, yang dibagi nilainya 2,5. Maka hal ini didapatkan angka 25,6 inci, 26,6 inci, 26,2 inci dan 26,8 inci.

KESIMPULAN

1. Berikut data *bow weight*, *draw length*, *draw weight* dari empat variasi busur panah:

- Busur panah recurve dengan panjang limb menggunakan PVC 3/4 masing-masing 23,62 inci yang diisi bambu dengan tebal 1 cm, panjang riser 15,75 inci, dan string 49,21 inci didapat; *bow weight* 24,44 lbs, *draw length* 25,6 inci dan *draw weight* 26,89 lbs.
- Busur panah recurve dengan panjang limb menggunakan PVC 3/4 masing-masing 27,56 inci yang isian bambu seperti sumpit dan resin epoksi dengan tebal 1 cm, riser dengan panjang 15,75 inci, dan string 59,05 inci didapat; *bow weight* 29,11 lbs, *draw length* 26,6 inci dan *draw weight* 32,02 lbs.
- Busur panah recurve dengan panjang limb menggunakan PVC 3/4 masing-masing 27,56 inci yang isian resin epoksi dengan tebal 1 cm, riser dengan panjang 15,75 inci, dan string 59,05 inci didapat; *bow weight* 34,16 lbs, *draw length* 26,6 inci dan *draw weight* 37,57 lbs
- Busur panah recurve dengan panjang limb menggunakan PVC 3/4 masing-masing 27,56 inci, riser dengan 15,75 inci, dan string 59,05 inci didapat; *bow weight* 19,59 lbs, *draw length* 26,8 inci dan *draw weight* 21,54 lbs.

2. Hasil rancang bangun empat variasi busur panah diatas, busur panah ke dua, yang mendekati standard *AMO manufacture*, *World Archery South Africa* dan olimpiade.

Saran

Uji coba ini jauh dari sempurna. Penggunaan bahan ini belum ada penelitian sebelumnya. Oleh karena itu masih mengikuti standard busur panah pada umumnya dalam menentukan standardisasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Johnson, Teresa, (2014). *Archery Fundamentals*, Human Kinetics, Inc, United States of America.
- Karpowicz, A., (2008). *Ottoman Turkish Bows: Manufacture And Design*. Canada: Library and Archives Canada Cataloguing in Publication.
[http://refhub.elsevier.com/S1359-8368\(14\)00185-1/h0020](http://refhub.elsevier.com/S1359-8368(14)00185-1/h0020)
- R. E. Smallman, R. J. Bishop, (1999), *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering, Sixth Edition*, Butterworth-Heinemann, England.
- World Archery South Africa, World Archery South Africa.