

UJI EKSPERIMENTAL MATERIAL KAWAT BAJA SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF PENGGANTI DAWAI ALAT MUSIK SASANDO

1),2),3) **Damianus Manesi, I Ketut Gede Sugita, I Nyoman Budiarsa**

Program Magister Teknik Mesin, Universitas Udayana, Jl. PB Sudirman-Denpasar Bali
email : mekanikalku@gmail.com

ABSTRAK : Penggunaan serat kawat baja dari kabel katup *throttle* sepeda motor sebagai dawai alat musik sasando bukan merupakan hal baru. Masalahnya adalah beberapa pembuat dan pemain sasando tetap menggunakan kawat baja sebagai dawai. Penelitian ini bertujuan menguji apakah kawat baja pantas digunakan sebagai dawai alternatif alat musik sasando? sebagai pembandingnya penelitian ini juga meneliti sifat dan model mekanik dawai gitar akustik. Sebagai langkah awal dilakukan uji eksperimen untuk mengetahui komposisi kimia dan kemampuan mekanis kedua material dawai. Uji eksperimen menggunakan kawat baja dan dawai gitar dengan dimensi yang sama yaitu panjang 600mm dan diameter 1.2mm. Hasil uji eksperimen akan digunakan untuk pemodelan dengan *software* ABAQUS. Berdasarkan hasil pengujian eksperimen diketahui bahwa jumlah unsur pembentuk kawat baja lebih banyak dibanding unsur pembentuk kawat gitar, dimana unsur besi (Fe) merupakan unsur yang paling dominan. Prosentase karbon (C) menunjukkan bahwa kedua jenis dawai tergolong baja lunak karena memiliki nilai karbon dibawah 0,2%. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan kekuatan luluh material kawat baja lebih baik dibanding dawai gitar. Dari hasil uji numerikal diketahui bahwa model yang dihasilkan adalah valid dan mendekati sifat material asli. Hasil numerikal juga menunjukkan terjadi peningkatan distribusi tegangan pada dawai hingga putus pada bagian ujung. Hasil ini sama dengan hasil uji eksperimen yang juga diketahui kedua jenis dawai mengalami putus pada bagian ujung. Berdasarkan hasil uji eksperimen dan numerikal disimpulkan bahwa kawat baja secara mekanik layak digunakan sebagai dawai alternatif sasando.

Kata Kunci : *Dawai, sifat mekanik dan Simulasi*

ABSTRACT: The use of steel wire for motorcycle cable throttle as a sasando stringed musical instrument is not a new thing. The problem is some of sasando makers and players keep using steel wire as a string. This study aimed to test whether the proper steel wire is used as an sasando alternative stringed musical instrument. As a comparison of this study also examines the propertised and mechanical models of acoustic guitar strings. As an initial step test conducted experiments to determine the chemical composition and mechanical propertised of both materials strings. Test experiments using steel wires and strings of a guitar with the same dimensions are 600mm long and 1.2mm diameter. The test results will be used for modeling experiments with ABAQUS. Based on the test results of experiments it is known that the number of elements forming of steel wire more than a guitar wire forming elements, where the element iron (Fe) is the most dominant. Percentage of carbon (C) indicates that both types of stringed classified as mild steel, because they has a carbon value of below 0.2%. Tensile test results showed that the tensile strength and yield strength of the steel wire material is better than guitar strings. From the numerical test result is known that the resulting model is valid and approaching the original material properties. Numerical results also showed an increase of stress distribution on the wire to break up at the end. These results together with the results of experimental tests were also known to both types of strings dropped out at the end. Based on experimental and numerical test results concluded that the steel wire is mechanically fit for use as an sasando alternative string.

Keywords: *strings, mechanical properties and, Simulation*

1. Pendahuluan

Sasando merupakan salah satu alat musik tradisional dari Pulau Rote Kabupaten Rote Ndao Provinsi Nusa Tenggara Timur, yang tergolong alat musik *cordophone* karena dimainkan dengan cara dipetik [6]. Sebuah unit alat musik sasando terdiri dari bagian utama yaitu tubuh (*body*) terbuat dari batang bambu dan berfungsi sebagai rangka tempat penambat dawai dan resonator yang terbuat dari daun lontar (siwalan) serta berfungsi untuk menghasilkan gelombang frekuensi dari dawai yang dipetik. Bagian pendukung terdiri dari dawai (*string*), penyetel nada (*tuning peg*), gelang (mengatur jarak dawai), rusuk sasando (dukungan penyetem) dan penyanggah bambu (*bridge*) [3].



Gambar 1. Konstruksi Sasando

Sebagai sebuah alat musik petik, dawai memiliki peran yang cukup penting khususnya dalam menghasilkan bunyi. Berdasarkan jumlah dawai juga, maka sasando dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu sasando gong (7-11 dawai), sasando biola (30-36 dawai) dan sasando elektrik (30-44 dawai). Jumlah dawai menunjukkan bahwa semakin kompleks nada yang akan dihasilkan. Dari ketiga jenis sasando, yang paling banyak dikomersilkan adalah sasando jenis biola dan elektrik. Di samping itu, kedua jenis sasando ini telah dilengkapi dengan *pre amp* (penguat suara) yang dapat dihubungkan dengan perangkat elektrik sehingga kualitas suara yang dihasilkan lebih baik.

Sasando jenis gong lebih banyak diperuntukkan bagi permainan akustik dalam kelompok *ensambel* bersama beberapa alat musik lainnya, seperti tambur dan gong. Persoalan yang timbul adalah ketika dimainkan secara *ensambel* tersebut, kualitas bunyi sasando sering redup, karena tertutup suara dan alat musik lainnya. Salah satu hal yang diidentifikasi sebagai penyebab kualitas bunyi yang rendah pada alat musik sasando jenis gong adalah pada dawai yang digunakan [5]. Sampai saat ini, alat musik sasando belum memiliki standar dawai sendiri seperti alat musik petik lainnya, sehingga pemilihan dan penggunaan dawai masih menggunakan metode *coba-coba* (*try and error*).

Dawai alat musik sasando yang saat ini digunakan secara umum adalah kombinasi antara dawai gitar elektrik dan dawai gitar akustik, namun ada juga sebagian pengrajin dan pengguna yang menggunakan kawat baja dari selingan gas sepeda motor.

Penggunaan kawat baja sebagai dawai sering menimbulkan keraguan, khususnya soal peruntukannya.



Gambar 2. Dawai Gitar dan Kawat Baja

Kawat baja untuk seling kabel gas sepeda motor terbuat dari material baja ANSI 304 yang dirancang dengan tujuan agar mampu memberikan kemampuan tarik yang maksimal saat dipuntir untuk menggerakkan *throttle* dalam karburator. Berdasarkan fungsi kawat baja, maka jelas bahwa kawat baja untuk seling kabel gas tidak dirancang untuk kebutuhan akustik.

Salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan adalah sifat mekanis bahan tersebut. Sifat mekanik merupakan respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau kombinasi keduanya. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, dapat dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut. Sifat mekanis dalam penelitian ini dibatasi hanya pada sifat mekanik yang didasarkan pada hasil uji tarik.

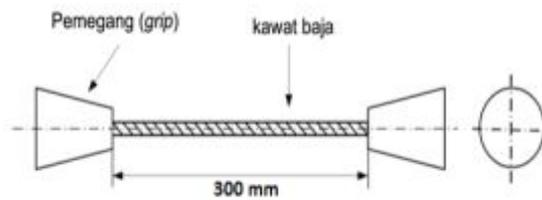
Penelitian ini bertujuan menyelidiki karakteristik mekanik material kawat baja apakah layak digunakan sebagai dawai alternatif alat musik sasando.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang secara eksperimen dengan menggunakan sebuah unit musik sasando gong yang memiliki jumlah dawai standar yaitu 8 (*pentatonic*). Material utama dawai yang digunakan adalah material kawat baja yang berasal dari pilinan kabel gas sepeda motor dan sebagai pembanding digunakan dawai gitar akustik. Kedua jenis material dawai yang diuji memiliki diameter yang sama yaitu 1.2mm dengan panjang 600mm.

Uji eksperimen dimulai dengan pembentukan spesimen untuk uji komposisi. Spesimen uji komposisi material dibentuk menjadi pelat dengan dimensi panjang 2cm, lebar 2 cm dan tebal 0,5mm. Setelah dibersihkan, spesimen dimasukkan kedalam *bed spectrometry* dan selanjutnya dilakukan penembakan (*sparkling*). Semua proses dilakukan secara komputerisasi. Uji mekanis material dilakukan dengan membuat spesimen sesuai SNI 0076:2008. Selanjutnya spesimen diletakan pada mesin uji tarik

dan ditarik hingga putus, setiap perubahan beban dan regangan dicatat, untuk proses perhitungan.



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik Menurut SNI 0076:2008

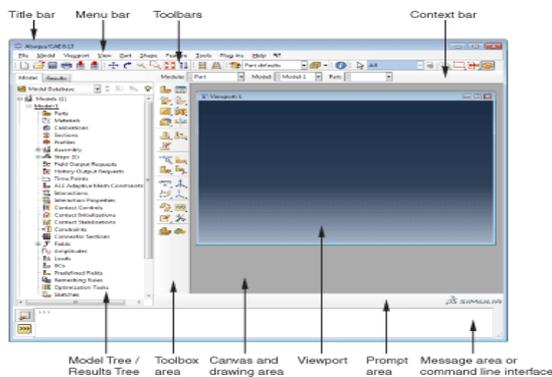
Uji numerikal (pemodelan) didasarkan pada nilai hasil eksperimen uji tarik. Nilai *engineering stress* dan *engineering strain* yang dihasilkan dari proses uji tarik secara eksperimen akan diubah menjadi nilai *true stress true strain* untuk selanjutnya digunakan dalam menentukan modulus dan sifat plastik bahan. *True stress* dan *true strain* dicari dengan formula [2]:

$$\text{True Strain} : \epsilon = \ln(1 + \epsilon_{nom})$$

$$\text{True Stress} : \sigma = \sigma_{nom}(1 + \epsilon_{nom})$$

$$\text{Modulus Elastis} : \epsilon = \frac{\sigma_y}{\epsilon_y}$$

Nilai-nilai di atas selanjutnya diinput kedalam *software* ABAQUS khususnya pada bagian sifat material (*materials properties*).



Gambar 4. Antar Muka ABAQUS 6.13 Versi Student

Proses pemodelan dengan ABAQUS secara lengkap terdiri dari tiga tingkat yaitu *preprocessing*, simulasi, dan *postprocessing* seperti yang ditunjukkan pada diagram berikut [4]:

1. *Preprocessing*

- a. *Part*, digunakan untuk menggambar benda yang akan disimulasikan didalam ABAQUS.
- b. *Property*, digunakan untuk memasukan sifat mekanis bahan, jenis material, kekuatan bahan, dan spesifikasi teknis dari material yang akan disimulasikan.

- c. *Assembly*, digunakan untuk menyusun bagian-bagian komponen yang kita buat menjadi satu kesatuan model sehingga memungkinkan untuk dilakukan analisis numerik.
- d. *Step*, digunakan untuk menentukan urutan langkah-langkah yang mana akan didefinisikan sebagai letak pemberian beban atau kecepatan.
- e. *Interaction*, berfungsi untuk menentukan bagian material yang akan mengalami kontak, memberikan batasan pada benda yang dianalisis untuk mencegah bergesernya benda dari kedudukan awalnya.
- f. *Load*, digunakan untuk memberikan beban, kecepatan, *boundary* pada benda uji.
- g. *Mesh*, berfungsi membagi geometri dari benda yang akan dibuat menjadi node dan elemen.
- h. *Job*, berfungsi untuk melakukan proses *running* terhadap model yang telah dibuat.

2. Simulasi

Tahap ini ABAQUS memecahkan permasalahan yang diberikan ke dalam program dengan melakukan penyelesaian secara numerik.

3. *Postprocessing*

Hasil dari simulasi yang telah lengkap (*Completed*), regangan, tegangan atau variabel fundamental lain telah selesai dihitung.

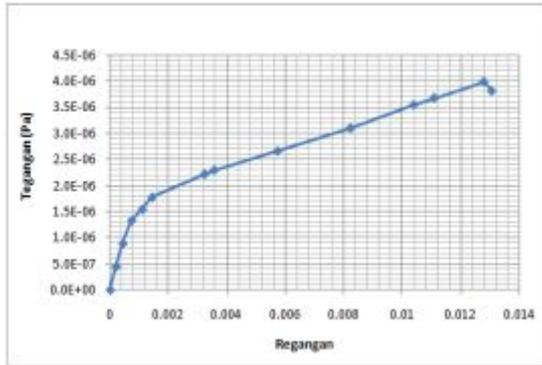
3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Unsur Utama Paduan Material Dawai

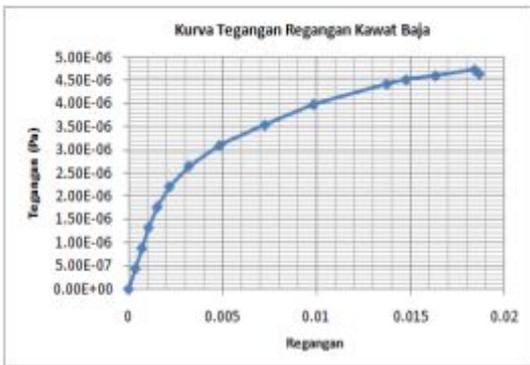
Unsur Paduan	Berat Unsur (wt%)	
	Kawat	Dawai
Fe	71.96	99.35
Cr	13.6	0.03
Mn	8.67	0.245
Ni	3.88	0.033
Si	0.29	0.009
Cu	0.133	0
V	0.0565	0
C	0.187	0.084

Tabel 1 menunjukkan bahwa unsur yang paling dominan pada dawai gitar akustik dan kawat baja adalah besi (Fe) yaitu sebesar 70.69wt% dan 99,35wt. Tingginya prosentase Fe dalam paduan dimaksudkan untuk memperbaiki kekuatan tarik dan memperhalus struktur kristal dawai. Berdasarkan kandungan karbon yang dimiliki, kedua material dawai ini dikategorikan dalam kategori baja lunak (0,08% - 0,12%). Selain unsur di atas, masih ada juga unsur lain tetapi prosentasinya sangat kecil seperti silisium (Si), aluminium (Al) dan seng (Zn). Kandungan seng (Zn) sebesar 0.99% menunjukkan bahwa kawat baja tidak masuk kategori baja galvanis (ASM Vol 1, 2002 : material termasuk galvanis apabila mengandung unsur Zn minimal sebesar 99,7%) [7].

Kurva hubungan tegangan regangan berdasarkan hasil uji tarik, material dawai gitar dan kawat baja sebagai berikut :



Gambar 5. Kurva Tegangan Regangan Dawai Gitar



Gambar 6. Kurva Tegangan Regangan Kawat Baja

Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa kekuatan tarik kawat baja 4.724E-06 Pa lebih baik dibanding dawai gitar 3.981E-06 Pa. Kemampuan luluh kawat baja 2.654E-06 Pa juga lebih baik dibanding kemampuan luluh dawai gitar 1.539E-06 Pa. Hasil ini menunjukkan bahwa sifat mekanis kawat baja lebih baik dibanding dawai gitar. Hasil ini menegaskan kembali bahwa tujuan konstruksi dan desain kawat baja yaitu untuk menahan beban yang lebih besar khususnya pada saat puntiran gas sepeda motor. Hal ini berbeda dengan tujuan konstruksi dan desain dawai gitar yang hanya menerima beban tarik saat di stem.

Hasil uji eksperimen selanjutnya akan digunakan untuk menentukan nilai tegangan dan regangan sebenarnya :

Tabel 3. True Stress-True Strain Dawai Gitar

Engineering		Sebenarnya		Plastic Strain
Strain	Stress	Strain	Stress	
0.0000000	0	0	0	
0.0002000	4.42E-07	0.0002	4.42E-07	
0.0004333	8.85E-07	0.000433	8.85E-07	
0.0007333	1.33E-06	0.000733	1.33E-06	
0.0011000	1.54E-06	0.001099	1.54E-06	
0.0014333	1.77E-06	0.001432	1.77E-06	
0.0032333	2.21E-06	0.003228	2.22E-06	
0.0035667	2.29E-06	0.00356	2.3E-06	0
0.0057333	2.65E-06	0.005717	2.67E-06	0.001584133
0.0082333	3.1E-06	0.0082	3.12E-06	0.003366007
0.0104000	3.54E-06	0.010346	3.58E-06	0.004810287
0.0111000	3.67E-06	0.011039	3.71E-06	0.005291262
0.0128000	3.98E-06	0.012719	4.03E-06	0.006475973
0.0130667	3.8E-06	0.012982	3.85E-06	0.007015122

Nilai Modulus elastis dawai gitar berdasarkan nilai *true stress- true strain* di atas sebagai berikut :

$$\epsilon = \frac{\sigma_y}{\epsilon_y} = 6.64E-02 \text{ Pa}$$

Selanjutnya nilai *Modulus young* ini, akan digunakan untuk menentukan nilai *plastic strain* :

$$Ps = \epsilon_y - \left(\frac{\sigma_y}{\epsilon}\right)$$

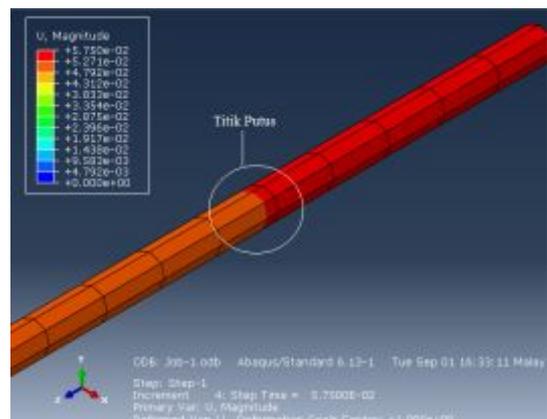
Tabel 2. True Stress-True Strain Kawat Baja

Engineering		TRUE		Plastic Strain
Strain	Stress	Strain	Stress	
0.00000000	0	0	0	
0.00035333	4.42E-07	0.000353	4.42E-07	
0.00071111	8.85E-07	0.000711	8.85E-07	
0.00105667	1.33E-06	0.001056	1.33E-06	
0.00152222	1.77E-06	0.001521	1.77E-06	
0.00217000	2.21E-06	0.002168	2.22E-06	
0.00320667	2.65E-06	0.003202	2.66E-06	0
0.00484667	3.1E-06	0.004835	3.11E-06	0.001093728
0.00725333	3.54E-06	0.007227	3.56E-06	0.002941221
0.00984333	3.98E-06	0.009795	4.02E-06	0.004961129
0.01374333	4.42E-06	0.01365	4.48E-06	0.008257814
0.01477000	4.51E-06	0.014662	4.58E-06	0.009156641
0.01633667	4.6E-06	0.016205	4.68E-06	0.0105827
0.01842333	4.73E-06	0.018256	4.81E-06	0.01246834
0.01867000	4.64E-06	0.018498	4.73E-06	0.012808807

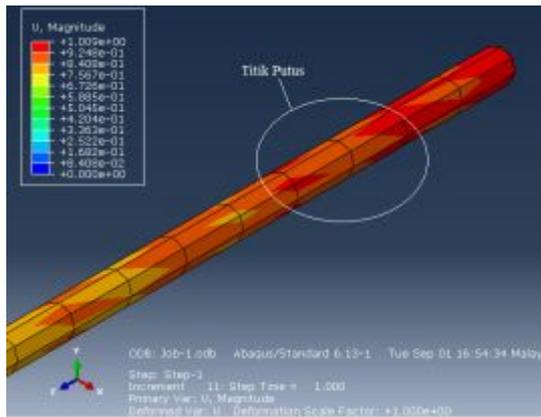
Nilai Modulus elastis kawat baja adalah :

$$\epsilon = \frac{\sigma_y}{\epsilon_y} = 8.32E-04 \text{ Pa}$$

Berdasarkan nilai modulus elastis dan *plastic strain* masing-masing material dawai yang diinputkan pada modul *materials properties* ABAQUS maka diperoleh hasil simulasi sebagai berikut :



Gambar 7. Hasil Simulasi Dawai Gitar Dengan ABAQUS



Gambar 8. Hasil Simulasi Kawat Baja Dengan Abaqus

Berdasarkan hasil simulasi dengan *software* ABAQUS, maka terlihat bahwa terdapat perbedaan tegangan maksimum yang dialami oleh kedua jenis material dawai yang ditandai dengan warna merah. Warna merah pada *titik* menunjukkan terjadinya peningkatan tegangan sehingga menyebabkan dawai menjadi putus. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang dialami oleh material dawai gitar adalah $5.750\text{E}-02$ Pa sedangkan tegangan maksimal yang dialami oleh kawat baja sebesar $1.009\text{E}-00$ Pa. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa tegangan maksimum terjadi pada ujung kedua jenis dawai. Tegangan maksimum yang terjadi pada ujung kedua jenis material dawai tersebut menunjukkan bahwa pada posisi tersebut material dawai mengalami regangan maksimum atau pengurangan diameter yang lebih cepat [1].

4. Simpulan

Uji eksperimental dan numerikal terhadap kalayakan kawat baja sebagai dawai alternatif alat musik sasando telah berhasil dilakukan. Terdapat perbedaan sifat mekanik antara kedua jenis dawai. Sifat mekanik kawat berdasarkan komposisi kimia dan kemampuan uji tarik lebih baik dibanding dawai gitar. Hasil ini mengingatkan kembali bahwa kawat baja memang didesain untuk menerima beban yang besar. Hasil uji numerikal mengidentifikasi bahwa patah/putus pada dawai gitar maupun kawat baja disebabkan oleh peningkatan distribusi tegangan, khususnya pada bagian ujung dawai. Hal ini terjadi karena bagian ujung merupakan bagian yang paling besar mengalami regangan akibat peningkatan distribusi tegangan. Berdasarkan hasil uji mekanik dan numerikal diketahui bahwa kawat baja memiliki sifat mekanik dan laju distribusi tegangan yang lebih besar dibanding dawai gitar, sehingga secara mekanis dapat digunakan sebagai alternatif dawai sasando.

5. Ucapan Terimakasih

Terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada *Dassault Systemes* sebagai pembuat dan pengembang *Software* ABAQUS 6.13 *Versi Student*

6. Daftar Pustaka

- [1] Andrew V. Olver, *et.al*. Investigation of service failures of steel music wire. *Engineering Failure Analysis*. Scencedirect Elsevier 14 (2007) 1224-1232
- [2] Hastomo Budi. Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Sifat Mekanik Material Terhadap Distribusi Tegangan Pada Proses Deep Drawing Produk End Cup Hub Body Maker dengan Menggunakan Software Abaqus 6.5-1, UMS, 2009.
- [3] [https://edonsasando.wordpress.com/2011/12/03/bagian-bagian-sasando-elektrik/diakses tanggal 16 juli 2014](https://edonsasando.wordpress.com/2011/12/03/bagian-bagian-sasando-elektrik/diakses%20tanggal%2016%20juli%202014)
- [4] Katili, Irwan, *Metode Elemen Hingga Untuk Skeletal*. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 2008.
- [5] Manesi Damianus. Aplikasi Metode Six Sigma Model DMAIC Untuk Meningkatkan Kualitas Produksi Alat Musik Sasando. *Jurnal Nasional KNEP Bali*. 2012.
- [6] Margaret J. Kartomi, *The book On Concepts and Classifications of Musical Instruments*, published by University of Chicago Press, 1990.
- [7] Sina Vosough, *Optimization and Evaluation of Crucial Properties for Stainless Steel Wire Used as Guitar Strings*, Master's Thesis, Division of Physics Lulea University of Technology SE-97187 Lulea Sweden 2005.