

Pemodelan Desain Sol Sepatu dengan Inovasi Penambahan Wave Spring

Redyarsa Dharma Bintara^{1)*}, Puspita Fajar Kharismaningtyas¹⁾,
Moch. Agus Choiron¹⁾, Anindito Purnowidodo¹⁾

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang
Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
adbredy@gmail.com

Abstrak

Desain sepatu *sport* berkembang pesat dengan tujuan mengurangi cedera dan meningkatkan kenyamanan pengguna. Pengurangan cedera dilakukan dengan cara memperbesar energi yang diserap dari beban akibat pengguna berlari atau melompat. Pada penelitian ini dilakukan penambahan *wave spring* yang digunakan sebagai mekanisme penyerap beban. Pemodelan dilakukan pada sol sepatu dengan menggunakan bantuan *software finite element method (FEM) Ansys 14.5 Academic*. Model awal dilakukan untuk mengetahui batas deformasi sol sepatu yang akan dimanfaatkan sebagai input model berikutnya yaitu model dengan diberikan inovasi penambahan *wave spring*. Analisa difokuskan pada sol sepatu bagian belakang (tumit kaki). Dari hasil simulasi, didapatkan bahwa penyerapan energi sol sepatu dengan penambahan *wave spring* lebih besar daripada penyerapan energi sol sepatu tanpa penambahan *wave spring*, sehingga penambahan *wave spring* memungkinkan untuk diaplikasikan pada sol sepatu *sport*.

Kata kunci: Penyerapan energi, *wave spring*, sol sepatu.

Abstract

Sport shoe design had been developed rapidly with the purpose to reduce injuries and increase user comfort. Reduction of injury is done by enlarging the energy absorbed from the user running or jumping load. In this study, the addition of the *wave spring* is used as the load absorbing mechanism. The shoes sole is modeled by using finite element method (FEM) *software Ansys 14.5 Academic*. Initial model was conducted to determine the deformation boundary in soles which will be used as input to the next model for the *wave spring* addition innovation. Analysis focused on shoe sole on heel foot. From the simulation results, it was found that the energy absorption shoes soles with the addition of the *wave spring* is greater than the energy absorption soles without the addition of *wave spring*. It can be concluded that the addition of a spring wave can be applied to the soles of sports shoes.

Keywords: Energy absorb, wave spring, shoe sole, deformation boundary

1. PENDAHULUAN

Sepatu *sport* harus didesain untuk mendukung kebutuhan penggunanya khususnya pada saat berolahraga. Penggunaan sepatu *sport* dapat dikategorikan menjadi dua yaitu pada beban ringan (ketika jalan kaki) dan pada beban berat (ketika berlari atau melompat). Pada kondisi beban berat, sepatu *sport* harus mampu mereduksi atau meredam beban kejut. Perkembangan penelitian sepatu salah satunya adalah tentang pengaruh penggunaan bantalan sol bagian dalam untuk mengurangi beban kejut saat pengguna berlari [1]. Penggunaan CAD-FEM modelling telah dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan sol sepatu, dimana ketebalan dan jenis material sangat berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan pengguna sepatu [2]. Metode untuk analisis dinamik pada sepatu *sport* dikembangkan dengan memakai elemen jenis *truss* yang mempunyai karakteristik pemegasan *non-linear* dan *dumper* [3].

Wave spring merupakan pegas yang mempunyai bentuk bergelombang. *Wave spring* dapat difungsikan sebagai peredam beban kejut. Kelebihan *wave spring* yaitu dapat diaplikasikan pada tempat yang relative sempit. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *wave spring* yang ditambahkan pada sol sepatu sebagai inovasi untuk memperbesar penyerapan beban kejut, sehingga diharapkan cedera pada kaki dapat dikurangi.

* Penulis korespondensi, HP: 03418051752,
Email: adbredy@gmail.com

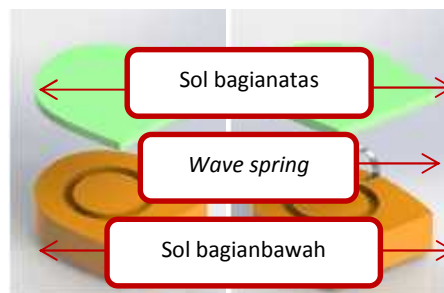
2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental semu yaitu metode simulasi dengan menggunakan *software* yang berbasis elemen hingga. Metode ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang digunakan sebagai acuan atau perkiraan dalam eksperimen nyata. Gambar 1 menunjukkan inovasi yang dilakukan dengan memberikan penambahan *wave spring* pada sol sepatu.



Gambar 1 Susunan sol sepatu dengan penambahan *wave spring*

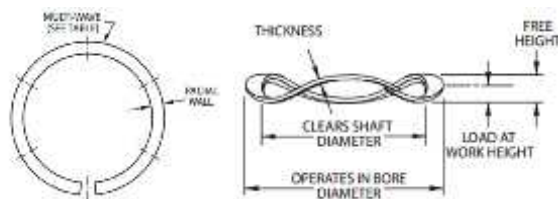
Pemodelan difokuskan pada sol sepatu bagian belakang (daerah tumit) dengan menggunakan bantuan *software finite element method* (FEM) Ansys 14.5 *Academic*. Pemodelan dibuat dua macam yaitu model sol sepatu tanpa penambahan *wave spring* dan model sol sepatu dengan penambahan *wave spring* (Gambar 2). Energi yang diserap pada sol sepatu tanpa penambahan *wave spring* akan dibandingkan dengan energi yang diserap pada sol sepatu dengan penambahan *wave spring*.



Gambar 2 Susunan sol sepatu tanpa *wave spring* dan dengan penambahan *wave spring*

Sol sepatu dan *wave spring* digambar dengan menggunakan bantuan *software* CAD, dimana hasil gambar CAD diekspor ke *software* Ansys 14.5 *Academic* dalam bentuk file *.IGS.

Wave spring yang digunakan adalah *type single series* SSR 0212 dengan geometri dan dimensi seperti pada Gambar 3 dan Tabel 1 [4].

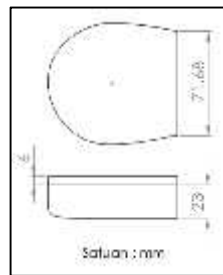


Gambar 3 Dimensi *wave spring* SSR 0212

Tabel 1 Spesifikasi dimensi *wave spring*

Radial Wall	Thickness	Clear shaft diameter	Operates in bore diameter	Free height	Number of wave
2,125 in	0,024 in	1,8 in	2,125 in	0,15 in	4

Dimensi sol sepatu bagian tumit ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4 Dimensi sol sepatu bagian tumit

Material yang digunakan untuk *wave spring* adalah *carbon steel*, untuk sol bagian atas adalah *polyurethane elastomer* dan untuk sol bagian luar adalah *rubber* dengan material property ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Properti material *carbon steel* dan *rubber*

Material	Density (kg/m ³)	Modulus Elastisitas (GPa)	Poisson's Ratio
Carbon steel	7890	213	0,3
Rubber	1010	2,76	0,48

Tabel 3 Properti material *polyurethane elastomer*

Material	Density (kg/m ³)	Bulk Modulus (Pa)	Shear Modulus (Pa)	Max. Tensile Stress (Pa)	Max. Shear Stress (Pa)
Polyurethane Elastomer	1265	2e9	5e6	3,45e7	1,01e23

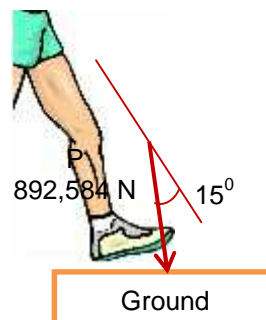
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan beban dari berat badan pengguna ditunjukkan pada Gambar 5. Pembebanan pada sol sepatu dilakukan dalam waktu 0,1 detik. Beban ini ditentukan berdasarkan berat badan rata-rata pengguna sepatu *sport* (± 69 Kg), dengan beban kejut pada kaki sebesar 1,32 % berat badan, sehingga beban yang digunakan pada pemodelan ini sebesar 892,584 N dalam bentuk quasi-statik.

Energi merupakan korelasi antara gaya dan jarak perpindahan dari suatu benda.

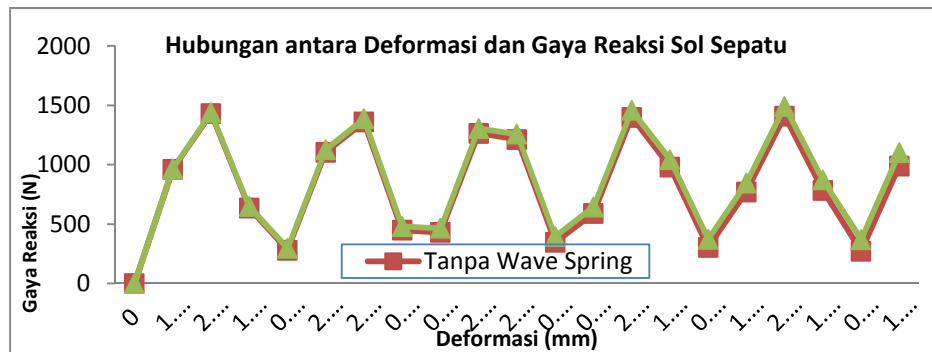
$$U = \int_{x_1}^{x_2} P \, dx \quad (1)$$

dimana, U adalah usaha yang dibutuhkan, x_1 dan x_2 merupakan jarak perpindahan, P adalah gaya reaksi yang dihasilkan ketika sol sepatu mendapat beban kejut. Maka usaha perpindahan dari x_1 ke x_2 sama dengan luas daerah dibawah kurva [5].



Gambar 5 Pemodelan pembebanan pada sol sepatu

Gambar 6 menunjukkan bahwa adanya pembebanan pada sol sepatu mempengaruhi besar gaya reaksi. Gaya reaksi menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya deformasi. Akan tetapi pada titik tertentu nilai gaya reaksi mengalami penurunan dan pada titik tertentu mengalami kenaikan kembali.



Gambar 6 Grafik hubungan antar adeformasi dan gaya reaksi pada sol sepatu

Gaya reaksi pada sol sepatu dengan penambahan *wave spring* lebih besar dibandingkan dengan gaya reaksi pada sol sepatu tanpa penambahan *wave spring*. Hal ini dikarenakan adanya gaya reaksi dari *wave spring*, sehingga total gaya reaksi yang terjadi merupakan penjumlahan dari gaya reaksi *wave spring* dan sol sepatu. Energi yang diserap dapat dihitung dengan cara menghitung luasan di bawah Grafik hubungan antara deformasi dan gaya reaksi pada sol sepatu. Prosedur perhitungan dilakukan dengan mentransfer grafik pada software CAD dan luasan dihitung dengan cara menandai path line grafik dan memanfaatkan fasilitas penghitungan surface berupa luasan di bawah grafik tersebut. Besar energi yang diserap pada sol sepatu dengan penambahan *wave spring* sebesar 14,1 joule sedang kan besar energi yang diserap tanpa penambahan *wave spring* sebesar 13,33 joule, sehingga efisiensi energi yang diserap dengan penambahan *wave spring* sebesar 6,24 %. Hasil ini masih belum terlalu signifikan dikarenakan model belum mengadopsi model beban dampak yang riil tetapi masih memodelkan dengan beban pendekatan secara *quasi static*. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan aplikasi beban dampak dan penggunaan properties material pada produk sepatu *sport* yang ada dalam negeri.

4. SIMPULAN

Dari hasil analisa desain sol sepatu dengan penambahan dan tanpa penambahan *wave spring* dapat disimpulkan bahwa :

- Penambahan *wave spring* dapat meningkatkan penyerapan energy pada sol sepatu *sport*
- Penambahan *wave spring* memungkinkan untuk diaplikasikan pada sol sepatu *sport*

UCAPAN TERIMAKASIH

Diucapkan terimakasih kepada Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah menyediakan fasilitas unit computer dan *software Ansys 14.5 Academic*, seluruh asisten Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Katherine O'Leary, MPT, Kristin Anderson Vorpahl, MPT,OTR, Bryan Heiderscheit, PT,PhD, *Effect of Cushioned Insoles on Impact Force During Running*, Vol 98.No 1, January/February 2008
- [2] Pasquale Franciosa, Salvatore Gerbino, Antonio Lanzotti, Luca Silvestri, *Improving Comfort of Shoe Sole Through Experiments Based on CAD-FEM Modeling*, Medical Engineering & Physics 35, 36-46, 2013.
- [3] Sekiya Koike, Shinpei Okina, *A Modeling Method of Sport Shoes for Dynamic Analysis of Shoe-Body Coupled System*, Procedia Engineering 34, 272-277, 2012.
- [4] Smalley Steel Ring Company, 2011
- [5] P. Beer Ferdinand, Johnston E. Russell, dkk, *Mechanics of Material*. The McGraw-Hill Companies: Americas, New York (hal:695), 2012.