

DESAIN SEPATU HAK TINGGI TIPE *STILLETTO* YANG KETINGGIANNYA DAPAT DIATUR

*Adham Adhwa Adibawa¹, Dwi Basuki Wibowo², Gunawan Dwi Haryadi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: adhamadhwa20@gmail.com

Abstrak

Menggunakan sepatu hak tinggi telah menjadi komponen yang konsisten dalam tren *fashion* bagi wanita dalam berbagai upaya mulai dari bisnis hingga lingkungan sosial. Penelitian tentang desain sepatu hak tinggi tipe *stiletto* yang dapat diatur ketinggiannya merupakan respons terhadap pergeseran permintaan dalam industri *fashion*. Permintaan konsumen tidak hanya terfokus pada aspek estetika, tetapi juga pada kenyamanan. Sepatu hak tinggi konvensional, terutama tipe *stiletto*, sering kali memiliki keterbatasan dalam hal kenyamanan penggunaan jangka panjang karena ketinggiannya yang tetap. Hal ini telah menimbulkan kebutuhan akan desain inovatif yang memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan tinggi hak sesuai dengan preferensi dan kenyamanan mereka. Penelitian ini akan menjelaskan langkah-langkah yang digunakan dalam membuat sepatu hak tinggi yang dapat disesuaikan, serta menganalisis bagaimana tekanan didistribusikan di telapak kaki. Metode pengukuran distribusi tekanan telapak kaki pada sepatu hak tinggi yang dapat disesuaikan dilakukan dengan menggunakan perangkat FSR 400 yang tersedia di laboratorium *shoes orthotic* Departemen Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan ide desain dan teknik analisis guna menciptakan sepatu hak tinggi yang tidak hanya terlihat modis, tetapi juga nyaman digunakan. Pembuatan model sepatu *high heel adjustable* dalam penelitian ini sukses dilakukan dengan menerapkan sistem bongkar pasang di mana *shoe heel* memiliki dua variasi ketinggian, yaitu 3 cm dan 5 cm, dan menggunakan mekanisme penguncian dengan ulir. Subjek penelitian ini adalah seorang mahasiswa jurusan Teknik Mesin di Universitas Diponegoro, dengan ukuran sepatu 39, usia 20 tahun, tinggi badan 159 cm, dan berat badan 45 kg. Dari hasil pengujian, terungkap bahwa temuan penelitian sesuai dan mendukung teori Lee Yung-Hui yang menyatakan bahwa tekanan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan tinggi hak sepatu.

Kata kunci: distribusi; hak tinggi; penyesuaian; sepatu; *stiletto*; tekanan

Abstract

Wearing high heels has been a consistent component in fashion trends for women in a variety of endeavors ranging from business to social settings. Research into the design of height-adjustable stiletto-type high heels is a response to shifting demands in the fashion industry. Consumer demand is not only focused on aesthetic aspects, but also on comfort. Conventional high heels, especially the stiletto type, often have limitations in terms of comfort for long-term use due to their fixed height. This has given rise to the need for innovative designs that allow users to customize the height of the heel according to their preference and comfort. This research will explain the steps used in making adjustable high heels, as well as analyze how pressure is distributed on the sole of the foot. The method of measuring the pressure distribution of the soles of the feet on adjustable high heels is carried out using the FSR 400 device available at the shoes orthotic laboratory of the Department of Mechanical Engineering, Diponegoro University. This research aims to combine design ideas and analysis techniques to create high heels that not only look fashionable, but are also comfortable to use. The manufacture of an adjustable high heel shoe model in this study was successfully carried out by applying an unloading system where the shoe heel has two height variations, namely 3 cm and 5 cm, and uses a locking mechanism with a screw. The subject of this research was a student majoring in Mechanical Engineering at Diponegoro University, with shoe size 39, age 20, height 159 cm, and body weight 45 kg. From the test results, it was revealed that the research findings are in accordance with and support Lee Yung-Hui's theory which states that the pressure on the heel decreases as the height of the shoe heel increases.

Keywords: adjustable; distribution; high heels; shoe; *stiletto*; pressure

1. Pendahuluan

Menggunakan sepatu hak tinggi telah menjadi komponen yang konsisten dalam tren *fashion* bagi wanita dalam berbagai upaya mulai dari bisnis hingga lingkungan sosial. Sebagian besar wanita percaya bahwa mengenakan sepatu hak tinggi dapat memberikan rasa percaya diri dan kesejahteraan psikologis yang membuat mereka percaya diri. Berdasarkan analisis kuantitatif yang dilakukan oleh American Podiatric Medical Association (APMA), 72% dari 503 wanita memakai sepatu hak tinggi. Di antara 503 wanita tersebut, 39% di antaranya mengenakan sepatu hak tinggi setiap hari [1]. Bahkan, telah dilaporkan bahwa beberapa wanita mengenakan sepatu hak tinggi hingga 8 jam per hari saat melakukan aktivitas sehari-hari, seperti berdiri dan berjalan [2].

Selama beberapa dekade terakhir, berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan sepatu hak tinggi dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan beberapa efek negatif pada status kesehatan seperti gangguan pada keselarasan tubuh yang mengakibatkan nyeri punggung karena kelengkungan tulang belakang, nyeri kaki atau nyeri lutut yang disebabkan oleh distribusi berat badan yang tidak merata pada tubuh ekstremitas bawah [3]. Semua masalah tersebut pada akhirnya akan mempengaruhi pola gaya berjalan, seperti kecepatan berjalan dan mobilitas dalam analisis gaya berjalan [2]. Oleh karena itu, berbagai penelitian mengenai pengaruh sepatu hak tinggi terhadap gaya berjalan telah banyak dilakukan. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan penurunan kecepatan gaya berjalan dengan ketinggian tumit [4]. Irama berjalan meningkat ketika tinggi tumit meningkat, namun, panjang langkah dan panjang langkah menurun ketika tinggi tumit meningkat [5]. Ketika tinggi tumit meningkat, subjek cenderung berjalan dengan pola berjalan yang lebih hati-hati karena ketinggian yang akan menimbulkan pergeseran ke depan dari pusat tekanan. Oleh karena itu, subjek akan berjalan lebih cepat untuk menghilangkan fase ayunan yang menghasilkan irama yang lebih tinggi serta panjang langkah dan panjang langkah yang lebih rendah. Selain itu, gaya reaksi tanah pada sepatu hak tinggi 5% lebih tinggi daripada sepatu hak rendah [4].

Penelitian tentang desain sepatu hak tinggi tipe *stiletto* yang dapat diatur ketinggiannya merupakan respons terhadap pergeseran permintaan dalam industri *fashion*. Permintaan konsumen tidak hanya terfokus pada aspek estetika, tetapi juga pada kenyamanan. Sepatu hak tinggi konvensional, terutama tipe *stiletto*, sering kali memiliki keterbatasan dalam hal kenyamanan penggunaan jangka panjang karena ketinggiannya yang tetap. Hal ini telah menimbulkan kebutuhan akan desain inovatif yang memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan tinggi hak sesuai dengan preferensi dan kenyamanan mereka.

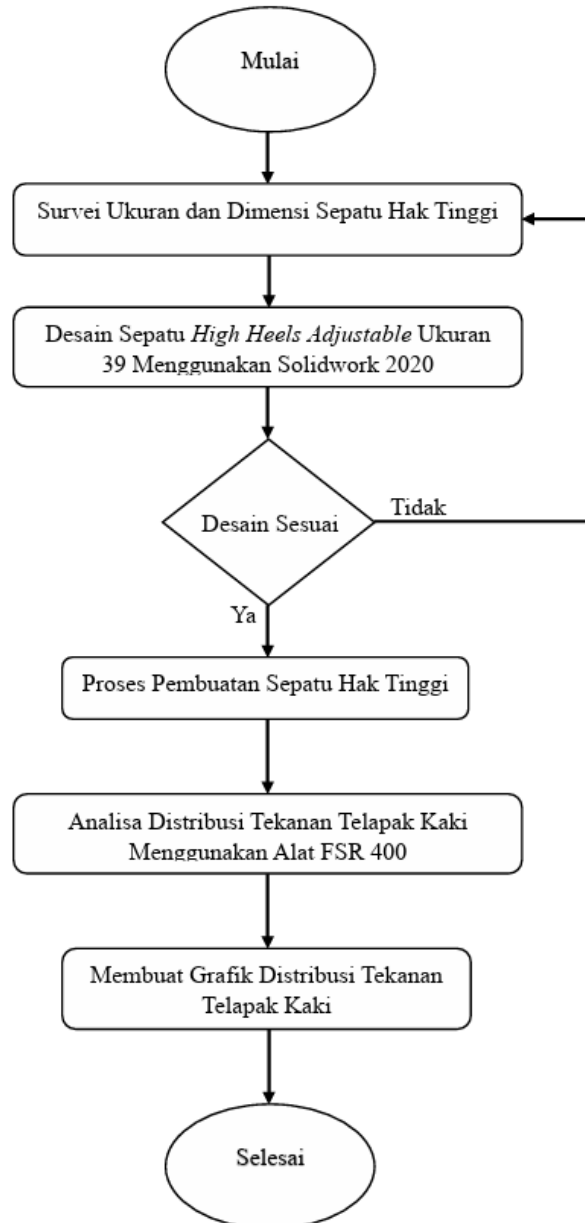
Penelitian sebelumnya telah melibatkan pengembangan sepatu hak tinggi yang dapat disesuaikan melalui penggunaan aplikasi seluler sesuai dengan preferensi pengguna [6]. Untuk penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah desain sepatu hak tinggi yang dapat disesuaikan dengan sistem ulir yang memungkinkan perakitan ulang, dilengkapi dengan dua jenis hak tambahan dan berbagai ukuran yang berbeda. Oleh karena itu, judul Tugas Akhir (TA) ini adalah "Desain Sepatu Hak Tinggi Tipe *Stiletto* yang Ketinggiannya Dapat Diatur".

Dalam desain sepatu ini, digunakan sistem bongkar pasang dengan *insole* menggunakan bahan *poron cushioning*, yang merupakan bahan yang umum digunakan dalam pembuatan *insole* di industri sepatu. Proses desain pembuatan sepatu hak tinggi yang dapat disesuaikan menggunakan aplikasi Solidwork 2020. Desain ini juga mencakup gambar desain dan gambar teknik untuk komponen variasi hak, dengan total dua variasi hak yang masing-masing memiliki tinggi hak yang berbeda, yaitu 3 cm dan 5 cm. Selain itu, desain juga mencakup gambar bagian atas sepatu yang akan dipasang dengan bagian bawah sepatu dan akan bersatu dengan variasi hak sepatu.

Material *outsole* plastik, juga dikenal sebagai PVC (*Polyvinyl Chloride*), adalah bahan yang umum digunakan dalam pembuatan *outsole* sepatu. Bahan ini terbuat dari plastik yang dipanaskan dan dicetak. PVC memiliki beberapa keunggulan, seperti memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang berat tubuh pengguna dan tahan terhadap tekanan. Namun, ada beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan, di antaranya adalah kekakuan terbatas yang dapat membuatnya rentan terhadap deformasi, ketidakstabilan pada suhu rendah yang dapat menyebabkan keretakan, kemungkinan pelunakan akibat paparan bahan kimia tertentu, potensi kandungan bahan tambahan beracun dalam proses produksinya, serta dekomposisi yang lambat yang dapat menyebabkan masalah lingkungan jangka panjang. PVC dapat dikenali dengan beberapa ciri khasnya, seperti kekakuan yang terbatas, sifat rapuh pada suhu rendah, serta rentannya terhadap pengaruh bahan kimia tertentu. Meskipun PVC tahan lama, namun kekurangannya termasuk sedikit licin saat digunakan, terutama di permukaan yang basah atau berair. Meski begitu, sol ini mampu memberikan performa yang baik. Proses pembuatan PVC melibatkan pencetakan plastik cair untuk membentuk sol sepatu yang spesifik.

2. Bahan dan Metodologi Penelitian

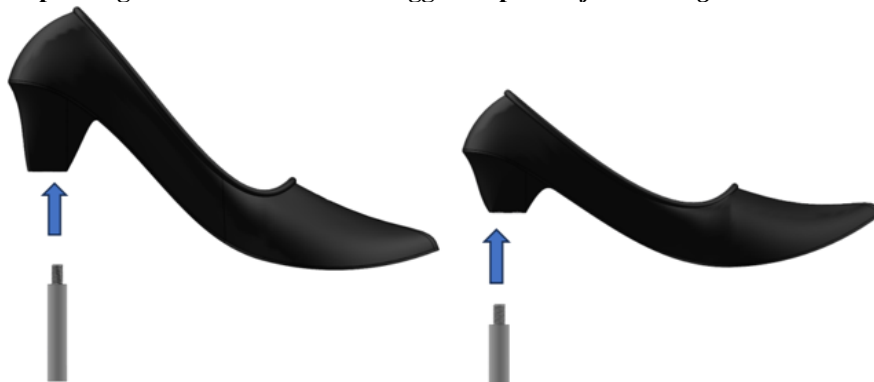
2.1 Diagram alir yang digunakan untuk penelitian ini ditampilkan Gambar 1



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Berikut merupakan gambar dari variasi ketinggian sepatu *adjustable high heel*



Gambar 2 Assembly 2 variasi *adjustable high heel*

3.2 Hasil Jadi Dari Variasi Hak Pertama Dengan ketinggian 3 cm

Di bawah ini adalah produk dari bagian sepatu *high heel* yang dapat disesuaikan, yang sudah selesai dan siap digunakan. Bagian ini adalah variasi pertama dalam proses peninggian hak sepatu. Setiap variasi peninggi hak memiliki diameter yang sama namun panjang yang berbeda dari yang lain, yaitu berdiameter 1 cm, dengan tinggi 3 cm untuk variasi pertama peninggi hak tersebut.



Gambar 3 Variasi hak pertama (*shoe heel*) berukuran 3 cm

3.3 Hasil Jadi Dari Variasi Hak Kedua Dengan ketinggian 5 cm

Di bawah ini adalah ilustrasi produk dari bagian sepatu *high heel* yang dapat disesuaikan, yang sudah selesai dan siap digunakan. Bagian ini adalah variasi kedua dalam proses peninggian hak sepatu. Setiap variasi peninggi hak memiliki diameter yang sama namun panjang yang berbeda dari yang lain, yaitu berdiameter 1 cm, dengan tinggi 5 cm untuk variasi kedua peninggi hak tersebut.



Gambar 4 Variasi hak kedua (*shoe heel*) berukuran 5 cm

3.4 Hasil Jadi Produk Dari Sepatu Adjustable High Heel Dengan ketinggian 6.5 cm

Di bawah ini adalah hasil produk dari sepatu *high heel* yang dapat disesuaikan, yang sudah selesai dan siap digunakan. Sepatu ini adalah variasi pertama dengan ketinggian total 6,5 cm. Variasi ini merupakan gabungan atau *assembly* dari sepatu bagian atas (*upper shoe*) dan *shoe heel* 3 cm. Setiap variasi sepatu memiliki *upper shoe* dengan ukuran yang sama namun tinggi dari hak sepatu (*shoe heel*) yang berbeda dari yang lain.



Gambar 5 Variasi sepatu pertama (*high heel adjustable*) dengan ketinggian total 6,5 cm

3.5 Hasil Jadi Produk Dari Sepatu *Adjustable High Heel* Dengan ketinggian 9.5 cm

Di bawah ini adalah hasil produk dari sepatu *high heel* yang dapat disesuaikan, yang sudah selesai dan siap digunakan. Sepatu ini adalah variasi pertama dengan ketinggian total 9,5 cm. Variasi ini merupakan gabungan atau *assembly* dari sepatu bagian atas (*upper shoe*) dan *shoe heel* 3 cm. Setiap variasi sepatu memiliki *upper shoe* dengan ukuran yang sama namun tinggi dari hak sepatu (*shoe heel*) yang berbeda dari yang lain.



Gambar 6 Variasi sepatu pertama (*high heel adjustable*) dengan ketinggian total 9,5 cm

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini antara lain:

1. Dalam penelitian ini, pembuatan *prototype* sepatu yang dapat disesuaikan telah berhasil dilakukan dengan menerapkan metode bongkar pasang, di mana setiap variasi *shoe heel* memiliki ketinggian 3 cm dan 5 cm. Untuk sistem penguncinya, digunakan sistem ulir.
2. Subjek yang diuji untuk distribusi tekanan pada telapak kaki adalah seorang mahasiswi dari Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro, dengan ukuran sepatu 39, usia 20 tahun, tinggi badan 159 cm, dan berat badan 45 kg.
3. Dari hasil pengujian, terungkap bahwa temuan penelitian sesuai dan mendukung teori Lee Yung-Hui yang menyatakan bahwa tekanan pada tumit mengalami penurunan seiring dengan peningkatan tinggi hak sepatu.

5. Daftar Pustaka

- [1] J. Y. Yoon, D. H. An, W. G. Yoo, and Y. R. Kwon, "Differences in activities of the lower extremity muscles with and without heel contact during stair ascent by young women wearing high-heeled shoes," *J Orthop Sci*, vol. 14, pp. 418-422, July 2009.
- [2] J. Yu, J. T. Cheung, Y. Fan, Y. Zhang, A. K. Leung, and M. Zhang, "Development of a finite element model of female foot for high-heeled shoe design," *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, vol. 23 Suppl 1, pp. S31-S38, 2008.
- [3] K. Fifamè Eudia Nadège, "Wearing High Heel Shoes During Gait: Kinematics Impact and Determination of Comfort Height," *American Journal of Life Sciences*, vol. 3, 2015.
- [4] M. Esenyel, K. Walsh, J. G. Walden, and A. Gitter, "Kinetics of high-heeled gait," *J Am Podiatr Med Assoc*, vol. 93, pp. 27-32, January 2003.
- [5] A. Gefen, M. Megido-Ravid, Y. Itzchak, and M. Arcan, "Analysis of muscular fatigue and foot stability during highheeled gait," *Gait Posture*, vol. 15, pp. 56-63, February 2002.
- [6] Naveen Kumar et al., 2020, "High heel shoes with adjustable height of the heel", *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 993 (2020) 012120.
- [7] Wibowo D.B et al., 2018, " Pengukuran Distribusi Beban Telapak Kaki Manusia saat Berdiri Tegak Menggunakan Sensor FSR 402 ", Departemen Teknik Mesin, Universitas Diponegoro.
- [8] Yung-Hui, Lee, et al, 2005, "Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking", *Applied Ergonomics* 36 (005) 335-362, Elsevier.
- [9] P. H. Morris, J. White, E. R. Morrison, and K. Fisher, "High heels as supernormal stimuli: How wearing high heels affects judgements of female attractiveness" *Evol.Hum.Behav.*, vol. 34, no. 3, pp. 176-181, 2013.
- [10] Jonathan Melvin, 2015, "The Effects of Heel Height, Shoe Volume and Upper Stiffness on Shoe Comfort and Plantar Pressure ", School of Health Sciences University of Salford, Salford, UK.
- [11] N. Edwin, "Shoe with a retractable and extractable heel controlled by a Smart device," *US20160235161A1*, 2016.
- [12] Cronin, N.J., R.S. Barrett, and C.P. Carty, Long-term use of high-heeled shoes alters the neuromechanics of human walking. *Journal of Applied Physiology*, 2012. 112(6): p. 1054-1058.
- [13] Ebbeling, C.J., J. Hamill, and J.A. Crusemeyer, Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1994. 19(4): p. 190-6.
- [14] Theresa A, 2011, " Plantar Force Distribution for Increasing Heel Height whitin Women Shoes", Physics Department, The College of Wosster, Wooster, Ohio 44691, USA.
- [15] K. A. Opila-Correia, "Kinematics of high-heeled gait," *Arch Phys Med Rehabil*, vol. 71, pp. 304-309, April 1990.

-
- [16] M. J. Nwankwo, A. V. Egwuonwu, A. O. Ezeukwu, and C. K. Nwafulume, "Effects of different heel heights on selected gait parameters of young undergraduate females," *Journal of Paramedical Sciences*, vol. 3, pp. 9-14, 2012.
- [17] J. Deng and T.-H. Lin, "Design for the Adjustable High Heel," *Int. J. Syst. Innov.*, vol. 5, no. 3, 2019.
- [18] B. Joseph, "Adjustable height increasing shoe," US2212414A, 1940.