

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PROTOTYPE SISTEM PENGUNCI SENDI ORTHOSIS

Subagio, Rini Dharmastiti, Doni Zamroni
Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika 2 Yogyakarta 55281
Email: subagio_w@ugm.ac.id; rini@ugm.ac.id

Abstrak

Orthosis merupakan alat untuk membantu para penyandang cacat kaki yang cacat karena penyakit lumpuh layu atau polio, ataupun orang yang mengalami kelumpuhan karena kecelakaan yang masih mempunyai bentuk kaki sebagai aktuatornya akan tetapi kurang atau tidak berfungsi. Alat bantu atau orthosis ini sangat bermanfaat sekali bagi para penyandang cacat untuk bisa membantu aktivitas mereka sehari-hari. Sistem pengunci sendi dirancang sebagai pengganti fungsi dari sendi dan bekerja seperti mekanisme engsel. Dari penelitian sebelumnya, diketahui bahwa kelemahan sistem pengunci sendi produk orthosis dalam negeri adalah kesulitan pengguna untuk mengubah posisi berdiri ke posisi duduk dan sebaliknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain sistem pengunci dan bentuk dari pengunci pada lutut. Produk ini diharapkan dapat lebih diminati dan disukai oleh pengguna karena sistem operasinya yang lebih mudah, aman, dan nyaman.

Perancangan dilakukan dengan asumsi rata-rata tinggi badan kurang lebih 165 cm, dengan berat badan kurang lebih 70 kg. Perancangan sistem pengunci sendi mempunyai tiga bagian utama yaitu : bagian atas, bagian bawah, dan pengunci. Dimensi alat yang dibuat yaitu : panjang total 139,5 mm, panjang bagian atas 87 mm, panjang bagian bawah 82,5 mm, panjang pengunci 38 mm, tebal bagian atas total = 12 mm, tebal bagian bawah 6 mm dan dengan bahan stainless steel. Mekanisme pengunci ini bekerja saat kaki diluruskan. Ketika kunci dilepas, lutut akan bisa menekuk dengan tekukan $\pm 135^{\circ}$.

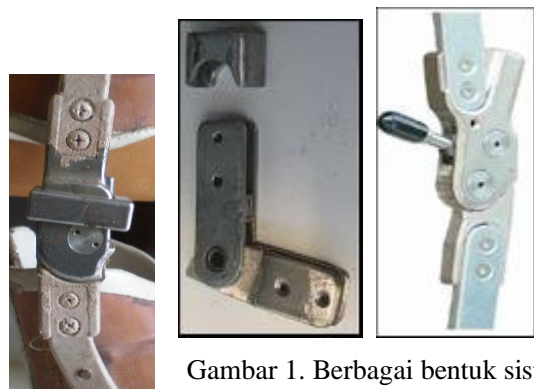
Kata kunci: pengunci sendi orthosis, prototype

1. Pendahuluan

Orthosis merupakan alat bantu berjalan bagi pengguna dengan cacat kaki karena penyakit lumpuh layu atau polio, atau masih mempunyai kaki tetapi tidak dapat berfungsi normal seperti kaki sehat lainnya. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) belum memberi sertifikasi bebas polio kepada Negara Indonesia, karena untuk mendapat sertifikasi tersebut, Indonesia harus menunjukkan tidak ada kasus polio selama tiga tahun berturut-turut. (<http://pdpersi.co.id>, 2007). Alat ini diharapkan sangat membantu para penggunanya untuk meningkatkan produktivitas kerja, memberikan kemudahan untuk melakukan aktifitas seperti orang sehat lainnya.

Sistem pengunci dan sistem engsel merupakan bentuk yang umum dijumpai pada produk orthosis dalam negeri seperti terlihat pada Gambar 1. Bentuk sistem pengunci buatan Indonesia masih menggunakan selongsong sehingga, kemudahan dan kenyamanan dalam penggunaan masih kurang, sedangkan pengunci produk luar negeri yang bagus harganya mahal dan kurang terjangkau oleh masyarakat Indonesia pada umumnya. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengembangan sistem sendi pada produk orthosis yang telah ada di dalam negeri dan sekaligus membuatkan

prototipenya. Dengan demikian diharapkan bahwa penggunaannya nanti dapat lebih mudah melakukan aktifitas antara posisi duduk ke posisi berdiri dan sebaliknya. Selain itu dengan pengembangan produk ini dapat membantu menyelesaikan kasus ketiadaan alat gerak yang jumlahnya relatif banyak.



Gambar 1. Berbagai bentuk sistem pengunci sendi orthosis produk dalam negeri

2. Metodologi Penelitian

Penelitian diawali dengan observasi kepada dua orang pengguna produk orthosis buatan dalam negeri, dibantu dengan kuesioner PEQ (Prostheses Evaluation

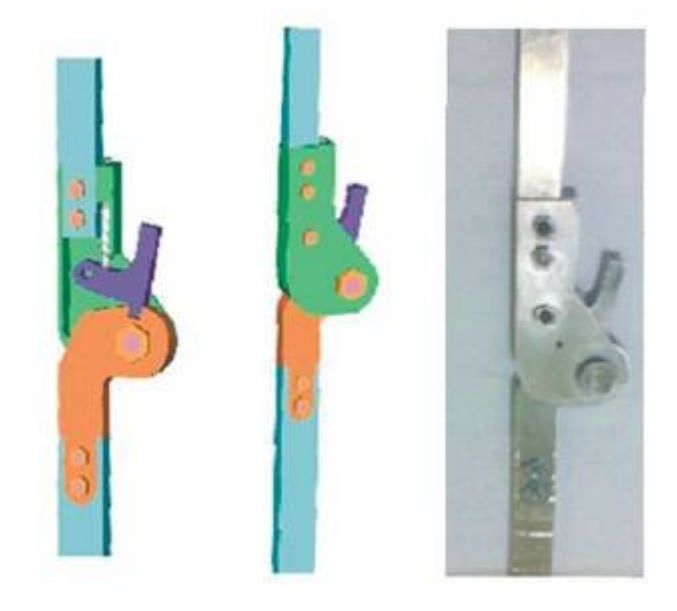


Questionnaire) yang telah dimodifikasi untuk melihat kebutuhan pengguna produk orthosis. Setelah itu dilakukan perancangan sistem pengunci sendi orthoses. Dari hasil perancangan tersebut, kemudian dibuatlah prototipenya untuk melihat bahwa mekanisme pergerakan dari sistem pengunci tersebut sudah sesuai dengan tujuan perancangan. Perancangan dilakukan dengan asumsi tinggi badan pengguna berkisar 165 cm dengan berat badan tidak lebih dari 70 kg. Sebelum dilakukan perancangan diperlukan pengetahuan mekanisme orang berjalan (*gait analysis*), serta dapat menentukan gaya maksimum yang bekerja pada masing-masing kaki (Perry, 1992, Akaya dan Nordin, 1991)

3. Hasil dan Pembahasan

Dari dua pengguna orthosis menyatakan bahwa bagian sistem pengunci sendi orthosis ini merupakan bagian yang paling utama untuk segera dikembangkan, untuk memudahkan pengguna mengubah posisi dari berdiri ke duduk atau sebaliknya. Selain itu, produk sistem pengunci yang saat ini ada, berbentuk runcing, sehingga pada saat kaki pada posisi tertekuk, bentuk yang runcing tadi dapat merusak pakaian bagian lutut.

Mekanisme kerja sistem pengunci ini yaitu saat kaki diluruskan kunci ini hanya bisa mengunci jika posisi kaki benar-benar 180° . Jika posisi kurang dari 180° maka alat akan tidak bisa mengunci jika dipakai jalan akan rawan. Ketika kunci dilepas akan bisa menekuk dengan tekukan alatnya sampai $\pm 180^{\circ}$.



Gambar 2. Susunan orthosis



Gambar 3. Bentuk-bentuk orthosis

Gambar 2 dan 3 tersebut adalah bentuk orthosis hasil perancangan dan prototipe pengembangan produk yang telah ada sebelumnya. Cara penggunaannya adalah pada saat dipakai dan kaki dalam kondisi lurus maka yang bekerja sebagai penahan adalah pengunci, dan pada saat kaki akan ditekuk maka pengunci dilepas dengan menarik pengunci tersebut ke atas, apabila kaki diluruskan kembali maka pengunci akan otomatis mengunci kembali.

Pengunci sendi orthosis dirancang untuk dapat menahan beban maksimal yang bekerja pada alat tersebut. Beban maksimal yang terjadi adalah pada saat fase orang berjalan di saat beban tertumpu hanya pada satu kaki saja. Pada perhitungan pengunci diperoleh bahwa pengunci kuat menerima beban yang terjadi dengan bahan stainless steel dengan hasil $0,14 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,46 \text{ kg/mm}^2$, jadi $\tau \leq \tau_a$, sehingga pengunci aman terhadap tegangan geser.

Pada gerakan alat tersebut maka yang berperan

adalah poros. Poros baut dipilih yang berukuran diameter 10mm, dengan bahan stainless steel 316. Berdasarkan perhitungan terhadap geseran nilainya adalah $0,75 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,46 \text{ kg/mm}^2$, jadi $\tau \leq \tau_a$ sehingga poros kuat menerima beban geser yang terjadi.

Pada baut dipilih yang berukuran diameter 5mm, dengan bahan stainless steel 316. Berdasarkan perhitungan terhadap geseran nilai sambungan atas $1,504 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,46 \text{ kg/mm}^2$, jadi $\tau \leq \tau_a$ sehingga baut kuat menerima beban geser yang terjadi. dan terhadap beban aksial nilainya yaitu $\sigma_t = 2,35 \text{ kg/mm}^2 \leq 12,92 \text{ kg/mm}^2$, jadi $\sigma_t \leq \sigma_a$, sehingga baut kuat dalam menahan beban aksial yang terjadi. Sesuai dengan hitungan yang telah dikerjakan, tegangan yang terjadi pada baut masih dalam batas ijinnya. Berdasarkan perhitungan terhadap geseran nilai sambungan bawah $3,01 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,46 \text{ kg/mm}^2$, jadi $\tau \leq \tau_a$ sehingga baut kuat menerima beban geser yang terjadi. dan terhadap beban aksial nilainya yaitu $\sigma_t = 4,70 \text{ kg/mm}^2 \leq 12,92 \text{ kg/mm}^2$, jadi $\sigma_t \leq \sigma_a$, sehingga baut kuat dalam menahan beban aksial yang terjadi.

Pegas yang digunakan adalah pegas tekan. Penentuan ukuran pegas yang dipakai pada prototipe dan kekuatan sebenarnya bisa diperoleh sesuai dengan perhitungan kekuatan pegas tekan yaitu dengan klasifikasi pegas sebagai berikut :

Tebal pegas baja $d = 1 \text{ mm}$

Garis tengah pegas $D = 5 \text{ mm}$

Beban tekan pegas $F_p = 3,87 \text{ kg}$

Dalam perancangan sistem pengunci sendi orthosis dengan asumsi berat manusia 70 kg dan tinggi manusia 165 cm dan beban maksimal yaitu 236,2 kg diperoleh spesifikasi alat sebagai berikut :

Panjang total = 139,5 mm

Panjang bagian atas = 87 mm

Panjang bagian bawah = 82,5 mm

Panjang pengunci = 38 mm

Tebal bagian atas total = 12 mm

Tebal bagian bawah = 6 mm

Poros Baut

$0,75 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,46 \text{ kg/mm}^2$

$\tau \leq \tau_a$, sehingga baut kuat menerima beban geser

Baut konektor

Sambungan atas

$1,504 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,46 \text{ kg/mm}^2$

$\tau \leq \tau_a$, sehingga baut kuat menerima beban geser

$\sigma_t = 2,35 \text{ kg/mm}^2 \leq 12,92 \text{ kg/mm}^2$

$\sigma_t \leq \sigma_a$, Jadi baut kuat dalam menahan beban aksial yang terjadi

Sambungan bawah

$3,01 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,46 \text{ kg/mm}^2$

$\tau \leq \tau_a$, sehingga baut kuat menerima beban geser

$4,70 \text{ kg/mm}^2 \leq 12,92 \text{ kg/mm}^2$

$\sigma_t \leq \sigma_a$, Jadi baut kuat dalam menahan beban aksial yang terjadi

Pegas

Tebal pegas baja $d = 1 \text{ mm}$

Garis tengah pegas $D = 5 \text{ mm}$

Beban tekan pegas $F_p = 3,87 \text{ kg}$

4. Kesimpulan

- Dimensi alat yaitu : panjang total 139,5 mm, panjang bagian atas 87 mm, panjang bagian bawah 82,5 mm, panjang pengunci 38 mm, tebal bagian atas total = 12 mm, tebal bagian bawah 6 mm, terbuat dari bahan stainless steel, terbukti aman untuk menerima beban maksimum manusia 70 kg dengan tinggi 165 cm yaitu pada saat jalan dengan tumpuan satu kaki.
- Mekanisme kerja sistem pengunci yaitu saat kaki diluruskan kunci ini hanya bisa mengunci jika posisi kaki benar-benar 180° . Ketika kunci dilepas akan bisa menekuk dengan tekukan alatnya sampai $\pm 180^\circ$.
- Prototipe yang dibuat sudah dapat menunjukkan mekanisme kerja sistem pengunci sendi orthosis yang lebih mudah digunakan dibanding dengan produk sebelumnya

Daftar Pustaka

- Azkaya N, Nordin A, 1991, *Fundamentals of biomechanics equilibrium, motion, and deformation*, 2nd edition.
- Davis, R. B., DeLuca, P. A., Öunpuu, S, 2000, *Analysis of Gait, The Biomedical Engineering Handbook: Second Edition*, Ed. Joseph D. Bronzino, Boca Raton: CRC Press LLC.
- Gupta, J.K., Khurmi, R.S, 1979, *A Text Boox Of Machine Design*.
- Lord, M. L., Turner-Smith, A., 2000, *Orthopedic Prosthetics and Orthotics in Rehabilitation, The Biomedical Engineering Handbook: Second Edition*, Ed. Joseph D. Bronzino, Boca Raton: CRC Press LLC.
- Perry, J., 1992, *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*, SLACK Inc., New Jersey.



Robinson, C. J., 2000, *Rehabilitation Engineering, Science, and Technology, The Biomedical Engineering Handbook: Second Edition*, Ed. Joseph D. Bronzino, Boca Raton: CRC Press LLC.

<http://pdpersi.co.id>, 8 Juli 2008.

