UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Karakterisasi Respons Temporal dan Kinematik Berjalan Fase Stance pada Penggunaan Insole Heel Cup
Arch Support Prefabrikasi di Berbagai Kemiringan**
Annisa Taufiqah Istiqomah, Prof. Dr. Eng. Ir. Herianto, S.T., M.Eng., IPU., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Keluhan ekstremitas bawah pada usia muda berkaitan dengan akumulasi pembebanan tungkai saat berjalan, yang meningkat ketika berjalan menanjak. Kondisi ini relevan karena medan menanjak umum dilalui dalam keseharian, sementara *insole heel cup arch support* (HCAS) dipasarkan tanpakan menyertakan kondisi berjalan sebagai syarat manfaatnya. Padahal, respons tungkai terhadap *insole* diketahui dapat berbeda menurut kemiringan permukaan dan bagian fase *stance*. Penelitian ini menganalisis penngaruh *insole flat* dan HCAS prefabrikasi terhadap alokasi waktu dan percepatan longitudinal betis sebagai respons pembebanan pada setiap subfase *stance* di berbagai tingkat kemiringan.

Dua puluh mahasiswi dengan lengkung kaki normal (rerata usia: 22 ± 1 tahun; *arch index*: 0,23 ± 0,02) mengikuti eksperimen dengan desain *within-subject*. Eksperimen diawali dengan familiarisasi *treadmill* (5 menit), dilanjutkan dengan berjalan pada kecepatan 4 km/jam selama 3 menit pada setiap kombinasi dua jenis *insole* (*flat* dan HCAS) dan tiga tingkat kemiringan (0%, 6%, dan 10%) dengan urutan yang diacak serta jeda istirahat 5 menit antarkondisi. Gerak betis direkam menggunakan sensor inersia *smartphone*, dan fase *stance* dibagi menjadi subfase *loading, foot-flat,* dan *pushing*.

Hasil menunjukkan bahwa jenis *insole* hanya berpengaruh terhadap puncak percepatan betis subfase *pushing*, yang lebih rendah pada *insole* HCAS (p <0,001). Peningkatan kemiringan memperpendek proporsi durasi *loading*, memperpanjang proporsi durasi *pushing*, dan meningkatkan puncak percepatan pada subfase *loading*, sedangkan fluktuasi percepatan pada subfase *foot-flat* baru meningkat pada kemiringan 10%. Perbedaan antar *insole* pada subfase *pushing* mengeceil seiring bertambahnya kemiringan dan hanya signifikan pada permukaan datar (interaksi p = 0,002). Dengan demikian respons terhadap *insole* HCAS terbatas pada subfase *pushing* dan tidak bertahan sama besar ketika kemiringan meningkat.

Kata kunci: *insole*, *heel cup arch support*, kemiringan, fase *stance*, percepatan betis, *smartphone*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Karakterisasi Respons Temporal dan Kinematik Berjalan Fase Stance pada Penggunaan Insole Heel Cup
Arch Support Prefabrikasi di Berbagai Kemiringan**
Annisa Taufiqah Istiqomah, Prof. Dr. Eng. Ir. Herianto, S.T., M.Eng., IPU., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Lower-extremity complaints among young adults are associated with cumulative limb loading during walking, which increases during uphill walking. This is relevant because uphill terrain is commonly encountered in daily life, while heel cup arch support (HCAS) insoles are marketed without specifying walking conditions for their claimed benefits. However, lower-limb responses to insoles are known to differ according to surface inclination and stance phase portion. This study analyzed the effects of flat and prefabricated HCAS insoles on time allocation and longitudinal shank acceleration as loading responses in each stance subphase across inclination levels.

Twenty female university students with normal foot arches (mean age: 22 ± 1 years; arch index: 0.23 ± 0.02) participated in a within-subject experiment. The experiment began with treadmill familiarization (5 minutes), followed by walking at 4 km/h for 3 minutes in each combination of two insole types (flat and HCAS) and three inclination levels (0%, 6%, and 10%), with randomized order and 5-minute rest periods between conditions. Shank motion was recorded using the gyroscope and accelerometer of a smartphone attached to the lateral shank, and the stance phase was divided into loading, foot-flat, and pushing subphases.

Insole type affected only peak shank acceleration during the pushing subphase, which was lower with the HCAS insole ($p < 0.001$). Increasing inclination shortened the loading duration proportion, lengthened the pushing duration proportion, and increased peak acceleration during loading, whereas acceleration fluctuation during foot-flat increased only at 10%. The difference between insoles during pushing decreased as inclination increased and was significant only on level ground (interaction $p = 0.002$). Therefore, the response to the HCAS insole is limited to the pushing subphase and does not persist to the same extent as inclination increases.

Keywords: insole, heel cup arch support, inclination, stance phase, shank acceleration, smartphone