

INTISARI

Passive lower-limb exoskeleton merupakan kerangka luar penyangga tubuh bagian bawah yang berfungsi untuk membantu menyangga tubuh pada posisi duduk. Penelitian ini menyelidiki pengaruh kombinasi penggunaan *passive lower-limb exoskeleton* merek Noonee CC 2.0 dan variasi sudut meja kerja terhadap aktivitas otot, kinematika, persepsi usaha yang dikeluarkan, serta persepsi ketidaknyamanan yang dirasakan pada subjek dalam simulasi aktivitas perakitan di stasiun kerja dengan ketinggian sedang.

Sebanyak 16 subjek laki-laki sehat dengan rentang usia 21 – 38 tahun berpartisipasi dalam penelitian ini. Masing-masing subjek menjalani simulasi pekerjaan perakitan mengencangkan mur pada permukaan meja kerja. Setiap simulasi melibatkan dua kondisi penggunaan *exoskeleton* (tanpa *exoskeleton* dan dengan *exoskeleton*) dan tiga kondisi sudut meja kerja (sudut 0°, 45°, dan 90°). Urutan setiap perlakuan diacak antar subjek. Dilakukan pencatatan data 4 variabel terikat berupa: aktivitas otot dalam bentuk %MVC yang diukur menggunakan *electromyograph*; kinematika sudut sendi lumbar, panggul, dan lutut; serta persepsi usaha seluruh tubuh dengan skala *Borg rating of perceived exertion* dan persepsi ketidaknyamanan dengan *localized musculoskeletal discomfort* pada 13 bagian tubuh. Dari hasil yang didapatkan kemudian diolah menggunakan uji statistik *Repeated Measures ANOVA (two-way)* dan *post hoc t-test* untuk mencari tahu pengaruh kombinasi penggunaan *exoskeleton* dan perubahan sudut permukaan kerja serta kemungkinan interaksi yang ada. Nilai signifikansi yang digunakan sebesar 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh penggunaan *exoskeleton* menyebabkan aktivitas otot *rectus femoris* kiri dan kanan lebih tinggi signifikan sebesar 1,1% dan 2,3% sementara otot *erector spinae* kiri dan kanan lebih rendah signifikan sebesar 3,3% dan 4,4% ($p\text{-value} < 0,05$). Selain itu, menyebabkan sudut sendi lumbar dan lutut menjadi lebih tinggi dengan perbedaan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) serta menunjukkan adanya interaksi pada sudut sendi panggul. Akan tetapi, tidak mempengaruhi persepsi usaha yang dikeluarkan dan hanya menyebabkan persepsi ketidaknyamanan jauh lebih rendah pada bagian punggung atas dan punggung ($p\text{-value} < 0,05$). Sementara itu, perubahan sudut meja kerja secara umum menyebabkan pengaruh signifikan pada aktivitas otot *erector spinae* dan tidak mempengaruhi aktivitas otot *rectus femoris*. Selain itu, menyebabkan pengaruh signifikan pada sudut sendi lumbar ($p\text{-value} < 0,05$) dan tidak mempengaruhi sudut sendi lutut serta menunjukkan adanya interaksi pada sudut sendi panggul. Perubahan sudut meja kerja juga mempengaruhi persepsi usaha yang dikeluarkan dan persepsi ketidaknyamanan yang dirasakan tubuh bagian leher, tengkuk, lengan kanan, tangan kanan dan punggung ($p\text{-value} < 0,05$).

Kata kunci : *Lower-limb exoskeleton*, sudut meja kerja, ketinggian sedang, aktivitas otot, kinematika

ABSTRACT

A passive lower-limb exoskeleton is an external device used for the lower body that supports in a sitting position. This study investigated the combined effects of using the Noone CC 2.0 passive lower-limb exoskeleton and varying in worktable angles on muscle activity, kinematics, perceived exertion, and perceived discomfort during simulated assembly task at a medium height workstation.

A total of 16 healthy male subjects, aged between 21 to 38, participated in this study. Each subject performed a simulated assembly task of tightening a nut on a worktable surface. The simulation included two conditions regarding exoskeleton use (without exoskeleton and with exoskeleton) and three worktable angle conditions (0°, 45°, and 90°). The order of each treatment was randomized across subjects. Data were recorded for four dependent variables: muscle activity expressed as %MVC measured using electromyography; kinematic angles of the lumbar, hip, and knee joints; overall body exertion perception using the Borg rating of perceived exertion scale; and perceived discomfort in 13 body parts using the localized musculoskeletal discomfort scale. The collected data were analyzed using a two-way Repeated Measures ANOVA and post hoc t-tests to determine the effects of exoskeleton use and worktable angle variations, as well as their potential interaction. A significance level of 5% was applied.

The results indicated that exoskeleton use significantly increased the muscle activity of the left and right rectus femoris by 1.1% and 2.3%, respectively, while significantly reducing the muscle activity of the left and right erector spinae by 3.3% and 4.4% (p -value < 0.05). Additionally, it significantly increased the lumbar and knee joint angles (p -value < 0.05) and showed interaction effects on the hip joint angle. However, exoskeleton use did not affect perceived exertion and only significantly reduced perceived discomfort in the back and lower back (p -value < 0.05). In contrast, varying the worktable angle significantly affected the muscle activity of the erector spinae but did not influence the activity of the rectus femoris. It also significantly impacted the lumbar joint angle (p -value < 0.05) without affecting the knee joint angle and showed interaction effects on the hip joint angle. Changes in worktable angle also influenced perceived exertion and discomfort in neck, back, right arm, right hand, and lower back (p -value < 0.05).

Kata kunci : Lower-limb exoskeleton, worktable angle, medium height, muscle activity, kinematics