



PELATIHAN ANALISIS HASIL UJI KENYAMANAN PENGGUNA KAKI PALSU DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX MINUTE WALK TEST METHOD*

Agustinus Purna Irawan¹, Dwinita Laksmidewi², Antonius Singgih Setiawan³

¹Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta

Email: agustinus@untar.ac.id

²Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

Email: dwinita.laksmi@atmajaya.ac.id

³Fakultas Bisnis dan Akuntansi, Universitas Katolik Musi Caritas, Palembang

e-mail: singgih@ukmc.ac.id

ABSTRACT

Gait analysis aims to obtain data and information related to the use of the prosthesis by respondents, in order to obtain data on walking speed (m/s), stride length (cm), number of steps per minute, total stride length per one walking cycle, the total distance traveled over a certain period of time, the energy required to walk and any abnormalities that may occur during the analysis process. This activity is closely related to the ease of using the prosthesis, security and safety, and comfort when walking with the help of the prosthesis. Analysis of the walking pattern was carried out by means of the respondent walking normally for 6 minutes using a prosthesis prototype (Six Minute Walk Test Method). This training is given to Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs) which are partners in community service activities. MSME partners produce prosthetic limbs by applying appropriate technology that has been developed by the Research Team. The results of the training show that MSMEs Partners can carry out their own convenience test well. The results obtained are MSMEs Partners can measure the comfort of prosthetic users with the criteria that have been generated from the development of appropriate technology produced by the Research Team.

Keywords: *training, gait analysis, appropriate technology, comfortable*

ABSTRAK

Analisis pola jalan atau Gait Analysis bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi yang berkaitan dengan penggunaan prosthesis oleh responden, sehingga diperoleh data kecepatan jalan (m/s), panjang langkah (cm), jumlah langkah per menit, panjang langkah total per satu siklus berjalan, jarak tempuh total selama kurun waktu tertentu, energi yang diperlukan untuk berjalan dan kelainan yang mungkin terjadi selama proses analisis. Semua yang dilakukan sangat berkaitan dengan kemudahan dalam menggunakan prosthesis, keamanan dan keselamatan, serta kenyamanan saat berjalan dengan bantuan prosthesis. Analisis pola jalan dilakukan dengan cara responden berjalan normal selama 6 (enam) menit menggunakan prototipe prosthesis atau disebut dengan metode Six Minute Walk Test Method. Pelatihan ini diberikan kepada UMKM Mitra yang memproduksi kaki palsu dengan menerapkan teknologi tepat guna yang telah dikembangkan oleh Tim Peneliti. Pelatihan dilaksanakan di tempat UMKM Mitra untuk semua karyawannya. Hasil Pelatihan menunjukkan bahwa UMKM Mitra dapat melaksanakan sendiri uji kenyamanan dengan baik. Hasil yang diperoleh adalah UMKM Mitra dapat melakukan pengukuran kenyamanan pengguna kaki palsu dengan kriteria yang telah dihasilkan dari pengembangan teknologi tepat guna yang dihasilkan oleh Tim Peneliti.

Kata kunci: pelatihan, analisis pola jalan, teknologi tepat guna, kenyamanan

1. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan komposit serat alam merupakan salah satu cara untuk mengembangkan bahan Teknik yang ramah lingkungan, dapat didaur ulang dan ketersediaan melimpah. Serat alam yang selama ini telah digunakan dalam penelitian dan pengembangan socket kaki palsu meliputi komposit serat rami, komposit serat rotan dan komposit serat bambu. Produk yang dihasilkan dengan memanfaatkan bahan komposit serat alama ini, telah digunakan dengan baik oleh responden dan mempunyai umur pakai yang baik, ringan, aman dan nyaman pada saat digunakan (Agustinus et al, 2011; Agustinus et al, 2011, Agustinus et al, 2020).

Salah satu pemanfaatan hasil penelitian bahan komposit serat alam adalah pengembangan kaki palsu dengan memanfaatkan komposit serat alam sebagai bahan pembuat bagian soket, telah dilaksanakan berkelanjutan oleh tim peneliti dari Universitas Tarumanagara berkolaborasi dengan mitra perguruan tinggi dan mitra UMKM, baik yang dibiayai oleh hibah penelitian dari Kemendikbudristek maupun yang dibiayai oleh LPPM Universitas Tarumanagara. Penelitian telah dilaksanakan sejak tahun 2009 sampai saat ini terus berlanjut, dengan berbagai produk yang telah dihasilkan dan digunakan oleh pengguna kaki palsu.

Tim Peneliti berkolaborasi dengan berbagai mitra, baik dalam maupun luar negeri, telah melaksanakan penelitian untuk mengembangkan soket kaki palsu dengan menggunakan komposit serat bambu dengan matriks epoksi. Penelitian dilaksanakan dengan berbagai hasil luaran meliputi produk soket kaki palsu, teknologi pembuatan soket, dan teknologi pengujian kenyamanan pengguna kaki palsu. Melalui penelitian ini, telah dihasilkan sejumlah 3 (tiga) paten granted dan teknologi tepat guna yang dihasilkan dapat diimplementasikan, baik dalam proses pembuatan soket kaki palsu maupun teknologi untuk pengujian kenyamanan yang sering disebut dengan *gait analysis* atau analisis pola jalan pengguna kaki palsu. Semua penelitian tersebut dibiayai melalui Hibah Penelitian Dikti baik Hibah Bersaing maupun Hibah Unggulan Perguruan Tinggi, dengan fokus penelitian pemanfaatan serat alam bambu sebagai bahan socket prosthesis. Penelitian ini telah menghasilkan produk soket kaki palsu yang ringan, kuat, tahan lama dan nyaman pada saat digunakan oleh pasien amputasi anggota gerak bawah atau kaki.

Pada kegiatan PKM yang dibiayai oleh Hibah PKM Dikti tahun 2022, Tim Peneliti melaksanakan kegiatan PKM untuk memperkenalkan teknologi proses pembuatan soket kaki palsu dengan menggunakan serat bambu dan bagaimana melakukan uji kenyamanan terhadap produk kaki palsu yang dihasilkan. Teknologi tepat guna ini telah dihasilkan oleh tim peneliti dan perlu untuk diperkenalkan kepada mitra untuk dimanfaatkan. Oleh karena itu, dalam kegiatan PKM ini, tim peneliti melaksanakan pelatihan teknologi tepat guna uji kenyamanan pengguna soket kaki palsu dengan cara uji pola jalan atau *gait analysis*. Berdasarkan kegiatan ini, diharapkan teknologi tepat guna untuk melaksanakan uji kenyamanan atau uji pola jalan pengguna kaki palsu dapat dikuasai oleh UMKM Mitra dan dapat dipraktikkan sehari-hari kepada semua pasien yang membuat kaki palsu di UMKM Mitra.

2. METODE PELAKSANAAN PKM

Pada kegiatan PKM ini, telah disepakati dengan UMKM Mitra yaitu CV. Delta Protho bahwa akan dilaksanakan pelatihan uji kenyamanan menggunakan teknologi tepat guna yang telah dikembangkan oleh Tim Peneliti. Pelatihan dilaksanakan di tempat UMKM Mitra. Setelah dilaksanakan pelatihan, akan dilaksanakan uji lapangan dengan responden pasien yang menggunakan kaki palsu terbuat dari soket dengan bahan komposit serat bambu epoksi.

Uji kenyamanan atau analisis pola jalan (*Gait Analysis*) merupakan suatu kegiatan untuk mengamati pola jalan bagi pasien yang menggunakan *prosthesis*, bertujuan untuk mendapatkan informasi berkaitan dengan keseimbangan, kenyamanan, kemudahan penggunaan dan kemungkinan adanya kelainan yang dialami oleh pasien tersebut selama berjalan normal maupun berjalan menggunakan *prosthesis* (Vitriana, 2002; Widjajalaksmi, 2004; Arfie et al, 2010; Bhavana et al, 2009). Ada dua bagian utama dalam satu siklus berjalan, yaitu *Stance Phase* dan *Swing Phase*. Jika diasumsikan saat berjalan dimulai dari kaki kanan yang melangkah terlebih dahulu, maka bagian *stance phase* terdiri dari: *right initial contact*, *right midstance*, *right terminal stance*, *right preswing*, kemudian dilanjutkan bagian *swing phase* terdiri dari *right initial swing*, *right midswing*, *right terminal swing*. Hal-hal penting yang biasanya menjadi perhatian pada saat



analisis pola jalan (*Gait Analysis*) meliputi: kecepatan berjalan (*walking speed*), banyak langkah per menit (*step/min = cadence*), rata-rata waktu setiap langkah (*step time*), panjang langkah (*step length*), panjang langkah satu siklus (*stride length*), jarak tempuh per satuan waktu (*walking length total per minute*), konsumsi energi yang diperlukan dan kelainan yang mungkin dialami oleh responden. Secara umum, pelatihan analisis hasil uji kenyamanan akan menerapkan metode *Six Minute Walk Test Method (6MWT)* yang telah dikembangkan lebih lanjut dan dimodifikasi oleh Tim Peneliti, sehingga dapat dilaksanakan dengan mudah dengan hasil yang baik (Chandler A. Phillips, 2000; Shasmin, 2008; Harmen, 2004; John Craig, 2005; Nicholas, 2005; Campbell, 2002). Pelatihan kepada UMKM Mitra ini akan menghasilkan pengetahuan yang baik dan UMKM Mitra dapat melaksanakan sendiri uji kenyamanan dengan baik. Hasil yang diperoleh adalah UMKM Mitra dapat melakukan pengukuran kenyamanan pengguna kaki palsu dengan kriteria yang telah dihasilkan dari pengembangan teknologi tepat guna yang dihasilkan oleh Tim Peneliti.

Secara umum, uji kenyamanan pengguna kaki palsu dapat digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 1.

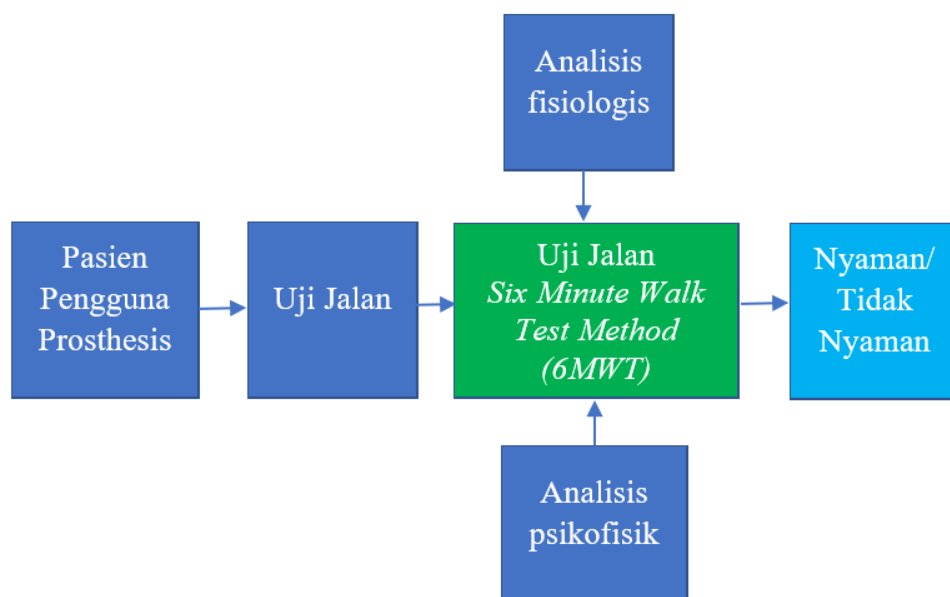
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses pembuatan kaki palsu

Proses pembuatan kaki palsu untuk pasien telah dilakukan dengan UMKM Mitra yaitu CV. Delta Protho yang berlokasi di Kelurahan Cibubur, Ciracas, Jakarta Timur. Pasien merupakan pria dewasa yang mengalami amputasi atas lutut akibat kecelakaan lalu lintas, dan telah terbiasa menggunakan kaki palsu. Proses pembuatan kaki palsu dengan memanfaatkan bahan komposit serat bambu sebagai bahan soket. Pembuatan kaki palsu dimulai dengan pembuatan cetakan negatif, cetakan positif, pembuatan soket, finishing soket, pengepasan, penyiapan kelengkapan kaki palsu lainnya meliputi bagian lutut, bagian shank, dan bagian foot. Selanjutnya kaki palsu dirakit menjadi satu kesatuan dan siap digunakan oleh pengguna (Gambar 2).

Gambar 1.

Gambaran IPTEKS Kegiatan PKM



Gambar 2.

Proses Pembuatan Kaki Palsu



3.2 Pelatihan Uji Kenyamanan

Tim PKM telah melaksanakan kegiatan pelatihan uji kenyamanan kepada UMKM Mitra. Kegiatan diikuti oleh karyawan UMKM Mitra dengan baik dan dilakukan uji coba di lapangan terhadap pasien yang menggunakan kaki palsu. PKM yang dilaksanakan adalah dengan memberikan pelatihan uji kenyamanan dengan menggunakan prosedur analisis pola jalan pengguna *prosthesis* hasil pengembangan peneliti dengan mengacu pada *Six Minute Walk Test Method (6MWT)* adalah sebagai berikut: (Sam L Phillips et al, 2005; Jerico et al, 2004; Kaczma et al, 2007; He Ling-Ping et al 2008; Torres et al, 2004; Braddom et al, 2000).

- (1). Mempersiapkan alat ukur meliputi: *stopwatch*, pulsemeter, meteran, kamera digital dan penanda batas jalan.
- (2). Responden menggunakan *prosthesis* yang akan dianalisis.
- (3). Mengukur denyut nadi responden menggunakan pulsemeter sebelum analisis pola jalan. Data ini diperlukan sebagai data pembandingan setelah responden berjalan menggunakan *prosthesis* selama 6 (enam) menit.
- (4). Responden berjalan mengikuti lintasan yang telah ditentukan selama 6 menit dan diukur dengan menggunakan *stopwatch*.
- (5). Menghitung jumlah langkah (*step*) selama 6 menit.
- (6). Mengukur panjang langkah (*step length*) baik kaki kiri maupun kaki kanan.
- (7). Mengukur panjang satu siklus jalan (*stride length*), mengikuti langkah kerja 6.
- (8). Mengukur lebar langkah (*step width*), mengikuti langkah kerja nomor 6.
- (9). Mengukur denyut nadi responden menggunakan pulsemeter setelah analisis pola jalan.
- (10). Mengamati pola jalan pengguna *prosthesis* dari kemungkinan adanya kelainan jalan dari responden pada saat menggunakan *prosthesis*.
- (11). Mengisi koisioner kenyamanan yang telah disediakan
- (12). Melakukan pengolahan data hasil analisis pola jalan sesuai dengan *Gait Parameters* mengacu pada *Gait Analysis Report, Physical Medicine & Rehabilitation* oleh Braddom,

2000; Dauglas et al, 1992; Marc Kosak et al, 2005; Vincen et al, 2008; Kenji et al, 1999), dengan *Gait Analysis*, meliputi:

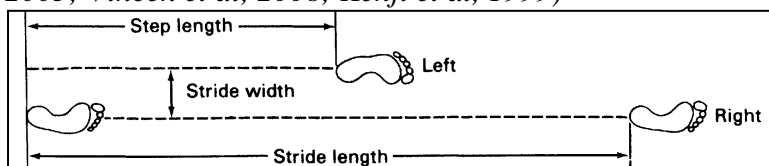
- a) *Steps total per 6 minute* /Jumlah langkah selama 6 menit
- b) *Cadence (steps/min)* /Jumlah langkah rata-rata per menit
- c) *Step time (s)* /Rata-rata waktu per satu langkah (s)
- d) *Right step length (cm)* /Panjang satu langkah kaki kanan (cm)
- e) *Left step length (cm)* / Panjang satu langkah kaki kiri (cm)
- f) *Step width (cm)* / Lebar langkah rata-rata (cm)
- g) *Stride length (cm)* / Panjang langkah dalam satu siklus (cm)
- h) *Stride total per 6 minute* / Jumlah siklus selama 6 menit
- i) *Walking length total per 6 minute (m)* /Total jarak tempuh selama 6 menit.
- j) *Walking length total per minute (m)* / Total jarak tempuh selama 1 menit.
- k) *Walking speed (m/s)* / Kecepatan jalan rata-rata (m/s).

3.3 Pelaksanaan Uji Kenyamanan

Uji kenyamanan penggunaan kaki palsu dilaksanakan dengan cara uji jalan oleh pengguna kaki palsu selama 6 menit pada lintasan yang datar dan nyaman untuk berjalan. Sebelum berjalan, responden PKM dilakukan pengukuran denyut nadi, kemudian berjalan selama 6 menit didampingi oleh tim PKM untuk mengukur waktu berjalan. Setelah terbiasa berjalan dengan nyaman, kemudian responden diminta untuk berjalan di atas kain putih dengan sepatu yang telah diberikan tanda berupa tinta, sehingga pada saat berjalan di atas kertas putih, bekas telapak sepatu tercetak dalam kain putih tersebut. Tanda yang tercetak pada kain putih selanjutnya diukur untuk mendapatkan ukuran panjang langkah, lebar langkah dan kecenderungan apakah langkah mengalami kelainan atau tidak (Gambar 5). Berdasarkan semua data yang diperoleh dari hasil uji jalan tersebut, kemudian dilakukan analisis terkait dengan kenyamanan pada saat menggunakan kaki palsu.

Gambar 3.

Terminologi pada Analisis Pola Jalan (Braddom, 2000; Dauglas et al, 1992; Marc Kosak et al, 2005; Vincen et al, 2008; Kenji et al, 1999)



Gambar 4.

Tim PKM dan Mitra dalam Pelaksanaan Pelatihan Uji Kenyamanan



Gambar 5.

Implementasi Teknologi Tepat Guna Uji Kenyamanan



3.4 Pembahasan Hasil PKM

Kegiatan PKM telah dilaksanakan dengan baik, dengan melibatkan Tim PKM dan UMKM Mitra yaitu CV. Delta Protho. Pelatihan dilakukan dalam beberapa tahap kegiatan yaitu pembuatan kaki palsu dan pengujian kenyamanan dengan menggunakan metode uji jalan 6 menit dengan menggunakan kaki palsu. Semua teknologi tepat guna yang telah dihasilkan oleh tim peneliti telah dilatihkan dan dipraktikkan dengan baik oleh UMKM Mitra. UMKM Mitra telah memperoleh berbagai pengetahuan praktis dalam pembuatan kaki palsu dengan soket terbuat dari bahan komposit serat bambu, serta bagaimana melaksanakan uji kenyamanan yang dapat dilakukan dengan mudah.

Secara khusus dalam kegiatan PKM kali ini, Mitra PKM telah mendukung kegiatan PKM dengan kontribusi sebagai berikut:

- a. Melaksanakan produksi kaki palsu bersama tim PKM.
- b. Menyediakan tempat produksi kaki palsu
- c. Menyiapkan tempat uji coba kaki palsu
- d. Menyiapkan karyawan untuk membantu pelaksanaan PKM dan dilatih dalam penggunaan teknologi tepat guna untuk menguji kenyamanan kaki palsu
- e. Menerima pelatihan dari tim PKM terkait uji kenyamanan dan gait analisis terhadap pasien pengguna kaki palsu.
- f. Memberikan dukungan inkind berupa tempat dan peralatan produksi kaki palsu.
- g. Memberikan dukungan dana untuk membantu kegiatan pembuatan kaki palsu untuk pasien.



- h. Memberi masukan ke Tim PKM dalam proses produksi kaki palsu dengan menggunakan bahan komposit serat alam
- i. Memberikan masukan terkait pelaksanaan hasil uji coba gait analysis terhadap pasien.

Kolaborasi yang telah terjalin dalam kegiatan PKM ini dapat terus dilaksanakan dan ditingkatkan pada masa mendatang dalam rangka membantu pengguna kaki palsu untuk mendapatkan kaki palsu yang sesuai dengan kebutuhannya, nyaman dan aman digunakan. UMKM Mitra dapat terus meningkatkan kualitas layanan bagi semua pelanggan yang membutuhkan jasa pembuatan kaki palsu.

4. KESIMPULAN

Kegiatan PKM telah dilaksanakan dengan baik dan menghasilkan luaran yang dijanjikan. Pelaksanaan pembuatan kaki palsu dan pelatihan uji kenyamanan telah terlaksana dengan baik. UMKM Mitra memperoleh peningkatan pengetahuan dan keterampilan praktis dalam pembuatan kaki palsu dan pengujian kenyamanannya. Pelatihan ini diberikan kepada UMKM Mitra yang memproduksi kaki palsu dengan menerapkan teknologi tepat guna yang telah dikembangkan oleh Tim Peneliti. Pelatihan dilaksanakan di tempat UMKM Mitra untuk semua karyawannya. Hasil Pelatihan menunjukkan bahwa UMKM Mitra dapat melaksanakan sendiri uji kenyamanan dengan baik, sesuai dengan teknologi tepat guna yang dihasilkan oleh Tim Peneliti. PKM ini sangat bermanfaat bagi Tim PKM untuk membagikan hasil pengembangan teknologi tepat guna untuk dimanfaatkan oleh masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Tim pelaksana kegiatan PKM mengucapkan terima kasih kepada Kemendikbudristek dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Tarumanagara, yang telah memberikan hibah kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Kompetitif Nasional, skema Program Kemitraan Masyarakat, dengan kontrak Nomor: 0807-Int-KLPPM/UNTAR/VI/2022.

REFERENSI

- Bhavana, Salma Riazi, S., & Rahmanian, S. (2009). *Mechanical Properties of Carbon Hybrid Braided Structure for Lower Limb Prosthesis*. A Project Report. The Faculty of the Department of General Engineering. San Jose State University.
- Biagiotti, J., Puglia, D., Torre, L., Kenny, J.M., Arbelaiz, A., Cantero, G., Marieta, C., Llano-Ponte, T., & Mondragon, I. (2004). A systematic investigation on the influence of the chemical treatment of natural fibers on the properties of their polymer matrix composites. *Polymer Composites*. 25(5). 470-479.
- Braddom, R.L. (2000). *Physical Medicine & Rehabilitation*. Second Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Campbell, J.A. (2002). *Material Selection in an above Knee Prosthetic Leg*. Engineering Materials. Department of Engineering, Australian National University
- Craig, J. (2005). Prosthetic Feet for Low-Income Countries. *Journal of Prosthetics and Orthotics*. 17(4). 27 – 49.
- Gremeaux, V., Iskandar, M., Kervio, G., Perennou, D., & Casillas, J.M. (2008). Comparative analysis of oxygen uptake in elderly subjects performing two walk tests: the six minute walk test and the 200-m fast walk test. *Clinical Rehabilitation*. 22 162 – 168.
- Herbert, N., Simpson, D., Spence, W.D., & Ion, W.J. (2005). *A Preliminary Investigation into The Development of 3-D Printing of Prosthetic Socket*. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 42(2). 141–146

- He Ling-Ping, Tian Yong, Wang Lu-Lin (2008). Study on ramie, bambu, dan rotane fiber reinforced polypropylene composite (rf-pp) and its mechanical properties. *Advanced Materials Research*. 41, 313-316.
- Ifannossa, A.A.E., Hadi, B.K., & Kusni, M. (2010). *Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serat Bambu Laminat Helai Dan Wooven Yang Dibuat Dengan Metode Manufaktur Hand Lay-Up*. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke 9. pp. MIV35 – 42.
- Irawan, A.P., Soemardi, T.P., Kusumaningsih, W.A., & H.S. Reksoprodjo (2011) Pengaruh Kekerasan dan Kekasaran Permukaan Prototipe Soket Prosthesis Terhadap Kenyamanan Pengguna. *Jurnal Teknik Mesin ITS*. 11 (1), 1-7.
- Irawan, A.P., T.P., Kusumaningsih, W., A. & Reksoprodjo, H.S. (2011) Tensile and Flexural Strength of Ramie Fiber Reinforced Epoxy Composites for Socket Prosthesis Application. *International Journal of Mechanical and Material Engineering*. 6 (1), 46-50.
- Irawan, A.P., Sukania, I.W., & Anggarina, P.T., Danendra, A.R., & Baskara, G.D. (2020) "Socket prosthesis manufacturing process made from bamboo fiber composite materials". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 852-012042
- Kaczmar, J.W., Pach, J., & R. Kozłowski, R. (2007). Use of natural fibres as fillers for polymer composites. *International Polymer Science and Technology*. 34 (6) T/45 – T/50.
- Kosak, M., & Smith, T. (2005). Comparison of the 2-, 6-, and 12-minute walk test in patients with stroke. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 42(1) 103-108.
- Kusumaningsih, W. (2004). *Fenomena Fantom Pasca Amputasi Anggota Gerak Akibat Trauma dan Faktor Yang Mempengaruhinya*. Program Studi Doktor Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. September.
- Phillips, C.A (2000). *Human Factor Engineering*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Phillips, S.L & Craelius, W. (2005). Material properties of selected prosthetic laminates. *Journal of Prosthetics and Orthotics*. 17(1) 27-32.
- Shasmin, H.N., Abu Osman, N.A., Abd Latif, L. (2008). Economical Tube Adapter Material in Below Knee Prosthesis. In: Abu Osman, N.A., Ibrahim, F., Wan Abas, W.A.B., Abdul Rahman, H.S., Ting, HN. (eds) 4th Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering 2008. IFMBE Proceedings, vol 21. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69139-6_103
- Suzuki, K., Yamada, Y., Handa, T., Imada, G., Iwaya, T., & Nakamura, R. (1999). Relationship between stride length and walking rate in gait training for hemiparetic stroke patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 78 (2), 147 – 152
- T.A. Current, G.F. Kogler, D.G. Barth (1999). Static structural testing of transtibial composite sockets. *Prosthetics and Orthotics International*. 23. 113-122.
- Taylor, D.A., Gilbert, J.C., Lautenschlager, E.P. (1992). Testing of composite materials used in orthotics and prosthetics. *Journal of The Association of Children's Prosthetic-Orthotic Clinics*. 27.(2). 62
- Torres F.G, & Díaz R. M. (2004) Morphological Characterisation of Natural Fibre Reinforced Thermoplastics (NF RTP) Processed by Extrusion, Compression and Rotational Moulding. *Polymers and Polymer Composites*. 12(8):705-718. doi:10.1177/096739110401200807
- van der Linde, H., Hofstad, C.J, Geurts, A.C., H, Postema, K, Geertzen, J.H.B., & van Limbeek, J (2004) A systematic Literature Review of the Effect of Different Prosthetic Components on Human Functioning with A Lower-Limb Prosthesis. *J Rehabil Res Dev*. 41(4).555-70. doi: 10.1682/jrrd.2003.06.0102.
- Vitriana. *Rehabilitasi Pasien Amputasi Bawah Lutut Dengan Menggunakan Immediate Post-Operative Prosthetic* (2002). Bagian Ilmu Kedokteran Fisika dan Rehabilitasi FK UNPAD RSUP dr. Hasan Sadikin dan FK UI RSCM.



Yong, T., He Li-ping, H., Lu-lin, W., & We-ipin., Qu (2008) Study of Mechanical Properties of Ramie Fiber Reinforced Polypropylene Compounds for Automobile Industry[J]. *Journal of Materials Engineering*, 1:21-24,33.