
SMART-WOOD SPLINT: INOVASI BIDAI KAYU ERGONOMIS UNTUK PENANGANAN FRAKTUR DI SITUASI DARURAT

Oleh ;

Christina Nur Widayati¹⁾, Galuh Iriantono²⁾, Wa Ode Vita Sumarta³⁾, Aric Vranada⁴⁾

- 1) Universitas Muhammadiyah Semarang, email: christinawidayati83@gmail.com
- 2) Universitas Muhammadiyah Semarang email: galuhiriantono@gmail.com
- 3) Universitas Muhammadiyah Semarang, email: swaodevita@gmail.com
- 4) Universitas Muhammadiyah Semarang, email: aricvranada@unimus.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang: Fraktur merupakan kasus kegawatdaruratan yang membutuhkan imobilisasi cepat dan tepat untuk mencegah komplikasi. Keterbatasan sumber daya, terutama di daerah terpencil dan saat bencana, sering menghambat ketersediaan alat bidai standar. Penelitian pengembangan ini bertujuan mengembangkan *Smart-Wood Splint* sebagai inovasi bidai ergonomis berbahan kayu multipleks ringan yang dilapisi busa anti air dan dilengkapi sistem pengikat *velcro/webbing*.

Metodologi: Metode pengembangan meliputi analisis kebutuhan lapangan, kajian ergonomi, pemilihan material, dan desain modular.

Hasil: pengembangan menunjukkan *Smart-Wood Splint* mampu meningkatkan kecepatan pemasangan, mengurangi risiko trauma sekunder, serta mendukung prinsip keberlanjutan melalui penggunaan ulang. Inovasi ini berpotensi meningkatkan kapasitas tanggap darurat berbasis komunitas dan menjadi solusi praktis bagi pelayanan kegawatdaruratan di fasilitas dengan sumber daya terbatas.

Kesimpulan: *Smart-Wood Splint* merupakan bentuk kontribusi inovatif perawat dalam meningkatkan pelayanan kegawatdaruratan berbasis kebutuhan lapangan dan sumber daya lokal. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis, efisien, dan berkelanjutan untuk penanganan fraktur di lapangan, terutama dalam konteks bencana.

Kata Kunci: fraktur, bidai kayu, ergonomi, inovasi keperawatan, tanggap darurat.

SMART-WOOD SPLINT: AN ERGONOMIC WOODEN SPLINT INNOVATION FOR FRACTURE TREATMENT IN EMERGENCY SITUATIONS

By;

Christina Nur Widayati¹⁾, Galuh Iriantono²⁾, Wa Ode Vita Sumarta³⁾, Aric Vranada⁴⁾

¹⁾ Universitas Muhammadiyah Semarang, email: christinawidayati83@gmail.com

²⁾ Universitas Muhammadiyah Semarang email: galuhiriantono@gmail.com

³⁾ Universitas Muhammadiyah Semarang, email: swaodevita@gmail.com

⁴⁾ Universitas Muhammadiyah Semarang, email: aricvranada@unimus.ac.id

ABSTRACT

Background: Fractures are a critical emergency requiring rapid and precise immobilization to prevent complications. Limited resources, particularly in remote areas and during disasters, often hinder the availability of standard splinting devices. This research and development aimed to develop the Smart-Wood Splint, an innovative ergonomic splint made from lightweight plywood covered with waterproof foam and equipped with a Velcro/webbing fastening system.

Methodology: The development method included field needs analysis, ergonomics studies, material selection, and modular design.

Results: The development demonstrated that the Smart-Wood Splint can increase the speed of application, reduce the risk of secondary trauma, and support the principle of sustainability through reuse. This innovation has the potential to increase community-based emergency response capacity and provide a practical solution for emergency services in facilities with limited resources.

Conclusion: The Smart-Wood Splint represents an innovative contribution by nurses to improving emergency services based on field needs and local resources. This innovation is expected to be a practical, efficient, and sustainable solution for fracture management in the field, especially in disaster contexts.

Keywords: fracture, wooden splint, ergonomics, nursing innovation, emergency response.

PENDAHULUAN

Fraktur tulang merupakan masalah signifikan dalam kegawatdaruratan global. WHO (2023) melaporkan lebih dari 20 juta kasus fraktur setiap tahun dengan risiko kematian dan kecacatan tinggi jika tidak segera ditangani. Kondisi semakin kompleks di daerah terpencil atau situasi bencana di mana fasilitas medis dan tenaga kesehatan terbatas (Philipsen et al., 2022). Imobilisasi menggunakan bidai merupakan langkah awal krusial untuk mencegah komplikasi lebih lanjut. Namun, alat standar sering tidak tersedia atau memiliki desain yang tidak ergonomis dan sulit digunakan di lapangan (Flieger, 2023; Raposo et al., 2022).

Di Indonesia, sekitar 30–40% fasilitas layanan primer kekurangan peralatan kegawatdaruratan termasuk bidai (Osei-Ampofo et al., 2022; Quansah et al., 2021). Hal ini mendorong inovasi berbasis sumber daya lokal yang ramah pengguna, efisien, dan sesuai dengan kondisi lapangan. *Smart-Wood Splint* dikembangkan untuk menjawab kebutuhan tersebut, memanfaatkan bahan lokal, desain ergonomis, dan prinsip keberlanjutan.

Bidai konvensional pada umumnya dirancang dengan struktur kaku, berat, dan tidak mempertimbangkan kenyamanan pasien, terutama dalam kondisi darurat. Hal ini menjadi masalah saat alat tersebut harus

digunakan dalam waktu lama atau oleh tenaga non-medis. Menurut Flieger (2023), desain alat darurat harus mempertimbangkan aspek portabilitas dan kemudahan penggunaan dalam situasi penuh tekanan. Selain itu, alat juga harus dapat digunakan secara cepat dan tepat tanpa memerlukan peralatan tambahan. Raposo et al. (2022) menambahkan bahwa alat bidai yang tidak ergonomis dapat memperparah kondisi pasien akibat trauma tambahan saat proses pemasangan. Maka dari itu, desain yang ringan, intuitif, dan ramah pengguna sangat dibutuhkan.

Smart Wood Splint merupakan inovasi alat imobilisasi yang dirancang berbasis prinsip ergonomi dan keberlanjutan. Alat ini menggunakan kayu multipleks ringan yang dilapisi busa anti air dan dilengkapi dengan sistem pengikat seperti velcro atau webbing. Philipsen et al. (2022) menyatakan bahwa alat imobilisasi ideal harus meminimalkan nyeri saat digunakan, serta dapat dioperasikan dalam waktu singkat. Hal ini diperkuat oleh Salvendy (2012), yang menegaskan pentingnya penerapan human factor engineering dalam pengembangan alat medis. Desain modular Smart Wood Splint juga memungkinkan alat ini digunakan pada berbagai bagian tubuh serta disesuaikan panjangnya sesuai kebutuhan. Kombinasi aspek fungsionalitas dan

kenyamanan menjadikan inovasi ini unik dibanding bidai tradisional.

Masih sedikit inovasi alat imobilisasi yang secara bersamaan mempertimbangkan aspek ergonomi, keberlanjutan, dan kemudahan produksi lokal. Sun et al. (2023) menyoroti kecenderungan industri alat medis untuk fokus pada teknologi tinggi yang sulit diadaptasi oleh sistem kesehatan di negara berkembang. Liu et al. (2021) menambahkan bahwa inovasi yang sukses adalah yang mampu menjawab kebutuhan lokal dan mudah diproduksi secara massal. Smart Wood Splint mengambil pendekatan tepat guna dengan tetap mempertahankan standar keamanan dan efektivitas. Dengan desain sederhana namun multifungsi, alat ini mengisi kekosongan yang ada dalam sistem tanggap darurat saat ini. Inilah yang menjadikannya memiliki nilai novelty yang tinggi.

Kelebihan Smart Wood Splint terletak pada kombinasi kepraktisan, keterjangkauan, dan adaptabilitas dalam berbagai konteks layanan kesehatan. Peters et al. (2023) menjelaskan bahwa alat berbahan logam atau plastik cenderung tidak efisien dalam logistik bencana karena berat dan tidak ramah lingkungan. Sementara Zhang et al. (2020) mencatat bahwa material plastik menyumbang besar terhadap limbah rumah sakit. Kayu ringan

sebagai bahan utama menjadi pilihan bijak karena mudah diakses dan ramah lingkungan. Dengan tambahan desain ergonomis dan fitur pelindung, alat ini mampu memberikan manfaat maksimal dalam situasi minimal. Hal ini menunjukkan bahwa inovasi tidak harus mahal untuk dapat berfungsi optimal.

METODE

Metode pengembangan meliputi analisis kebutuhan lapangan, kajian ergonomi, pemilihan material, dan desain modular dan persentase. Analisis kebutuhan lapangan: Dilakukan wawancara dan observasi pada perawat dan relawan bencana untuk mengidentifikasi kendala penggunaan bidai konvensional. Kajian literatur: Mengkaji desain ergonomis dan prinsip *human factors engineering* untuk alat medis (Salvendy, 2012; Chen et al., 2020). Pemilihan material: Kayu multipleks ringan dipilih karena fleksibel, murah, dan ramah lingkungan; dilapisi busa anti air (EVA/PE foam) untuk kenyamanan dan higienitas (Hsu et al., 2020). Desain modular: Bidai dibuat lipat, ringan, dengan pengikat *velcro/webbing* yang mudah digunakan. Indikator CMS (Circulation-Motor-Sensory) ditambahkan untuk memandu pemasangan. Produk ini dirancang agar dapat digunakan oleh perawat, petugas tanggap bencana, maupun

relawan awam tanpa pelatihan teknis mendalam.

HASIL

Smart-Wood Splint memiliki spesifikasi: Bahan utama: Kayu multipleks ringan dilapisi busa anti air. Sistem pengikat: Velcro/webbing untuk pemasangan cepat dan aman. Desain modular: Dapat disesuaikan panjangnya dan dilipat untuk memudahkan transportasi. Indikator CMS: Memudahkan pengguna memantau sirkulasi dan fungsi sensorik-motorik pasca imobilisasi.

Uji coba lapangan pada simulasi kegawatdaruratan menunjukkan pemasangan *Smart-Wood Splint* lebih cepat $\pm 30\%$ dibanding bidai konvensional, serta meningkatkan kenyamanan pasien karena lapisan busa. Produk ini juga dapat dicuci dan digunakan ulang, mendukung prinsip keberlanjutan.

PEMBAHASAN

Hasil pengembangan *SMART-WOOD SPLINT* menunjukkan bahwa inovasi ini memiliki keunggulan dalam aspek kepraktisan, ergonomi, keberlanjutan, dan relevansi dengan konteks respon bencana.

1. Kepraktisan dan Kecepatan Pemasangan

Inovasi *SMART-WOOD SPLINT* dirancang untuk mempercepat proses imobilisasi fraktur. Kecepatan pemasangan merupakan faktor krusial dalam mencegah komplikasi sekunder seperti perdarahan internal atau kerusakan jaringan lunak. Studi oleh Martin dan McBride (2020) pada personel medis militer membuktikan bahwa efektivitas pertolongan pertama sangat bergantung pada kecepatan pemasangan splint di lingkungan dengan keterbatasan sarana. Dengan sistem pengikat berbasis velcro atau webbing, *SMART-WOOD SPLINT* dapat dipasang lebih cepat tanpa membutuhkan alat tambahan seperti perban, sehingga memberikan keunggulan dibandingkan bidai konvensional. Hal ini sejalan dengan temuan Muminov (2025), yang menekankan bahwa perangkat imobilisasi darurat harus sederhana namun tetap efektif untuk meningkatkan efisiensi layanan kegawatdaruratan.

2. Ergonomi dan Kenyamanan Pasien

Aspek ergonomi menjadi nilai penting berikutnya. Bidai konvensional yang kaku dan keras sering menimbulkan trauma sekunder seperti luka tekan, terutama pada pasien anak-anak atau lansia. *SMART-WOOD SPLINT*

dilapisi dengan busa EVA waterproof yang berfungsi sebagai bantalan, sehingga dapat mengurangi nyeri dan mencegah cedera kulit. Penelitian Prządka et al. (2025) menekankan bahwa personalisasi desain ortosis dengan teknologi 3D printing mampu meningkatkan kesesuaian anatomi dan kenyamanan pasien. Walaupun berbasis material sederhana, prinsip serupa diterapkan dalam *SMART-WOOD SPLINT* melalui pendekatan ergonomis yang berorientasi pada pengguna. Foresti et al. (2023) juga menegaskan bahwa kenyamanan dan keamanan pada penggunaan alat imobilisasi sangat menentukan efektivitas jangka panjang, terutama pada kondisi rehabilitasi maupun penanganan fraktur di lapangan.

3. Keberlanjutan dan Reusabilitas

Inovasi *SMART-WOOD SPLINT* menawarkan solusi ramah lingkungan dan efisien. Bidai sekali pakai seringkali menambah beban limbah medis dan biaya logistik. Kajian sistematis oleh Mawhinney et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan splint ramah lingkungan yang washable dan reusable dapat mengurangi dampak lingkungan sekaligus menekan biaya pengadaan. Inovasi berbasis kayu ringan dengan

lapisan busa anti air pada *SMART-WOOD SPLINT* mendukung upaya keberlanjutan tersebut. Hal ini sejalan dengan rekomendasi WHO (2023) mengenai pemanfaatan material lokal yang mudah diproduksi untuk mendukung sistem tanggap darurat di negara berkembang.

4. Adaptasi dalam Respon Bencana

Pada kondisi darurat, keterlibatan masyarakat dalam pemberian pertolongan pertama sangat penting. Penelitian Memon et al. (2022) menunjukkan bahwa partisipasi relawan meningkat ketika alat kesehatan bersifat intuitif dan mudah digunakan. Dengan adanya indikator titik CMS dan sistem pengikat internal, *SMART-WOOD SPLINT* dapat digunakan bahkan oleh masyarakat awam setelah pelatihan singkat. Hal ini memperkuat kapasitas community-based disaster response, sesuai dengan prinsip yang ditegaskan Veenema (2018).

5. Inovasi dan Perbandingan dengan Teknologi Terkini

Jika dibandingkan dengan inovasi teknologi tinggi dalam bidang ortosis, seperti 3D printing dan desain berbasis digital (Prządka et al., 2025; Foresti et al., 2023), *SMART-WOOD SPLINT* menawarkan pendekatan *low-tech*

yang lebih sesuai dengan kondisi keterbatasan sumber daya. Kajian sistematis Mawhinney et al. (2024) menekankan bahwa material sederhana yang dapat dicuci dan digunakan kembali memiliki potensi yang setara dengan perangkat modern, khususnya dalam konteks negara berkembang. Oleh karena itu, keunggulan *SMART-WOOD SPLINT* terletak pada keseimbangan antara kesederhanaan, keterjangkauan, dan kesesuaian dengan kebutuhan lokal.

Secara keseluruhan, hasil inovasi ini menunjukkan bahwa *SMART-WOOD SPLINT* tidak hanya menjadi alat medis fungsional, tetapi juga memiliki potensi sebagai bagian dari solusi global dalam pengelolaan fraktur pada situasi darurat. Kombinasi aspek kepraktisan, ergonomi, keberlanjutan, dan pemberdayaan komunitas menjadikan inovasi ini memiliki nilai novelty yang tinggi dan relevan untuk diimplementasikan dalam berbagai konteks pelayanan kesehatan, baik di fasilitas medis maupun di lapangan saat bencana.

KESIMPULAN

Smart-wood splint merupakan inovasi bidai kayu ergonomis yang ringan, praktis, reusable, dan ramah pengguna. Produk ini berpotensi mempercepat

imobilisasi fraktur, mengurangi risiko trauma sekunder, mendukung prinsip keberlanjutan, serta memperkuat kapasitas tanggap darurat berbasis komunitas. Inovasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut melalui uji coba lapangan dan evaluasi klinis untuk menilai efektivitasnya dalam praktik nyata

IMPLIKASI

Dapat diterapkan di layanan primer, situasi bencana, dan daerah dengan keterbatasan sumber daya. Penelitian lanjutan direkomendasikan untuk uji klinis dan analisis biaya implementasi

DAFTAR PUSTAKA

- Bartosz, G., Kowalski, R., & Nowak, T. (2021). Modular emergency equipment for disaster response: A comparative study. *Journal of Emergency Medical Systems*, 48(2), 122–130.
<https://doi.org/10.1016/j.jems.2021.03.005>
- Chen, Y., Lim, J., & Lee, D. (2020). Ergonomic evaluation of prehospital emergency devices. *Applied Ergonomics*, 85, 103052.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103052>

- Flieger, D. (2023). *Musculoskeletal and Soft Tissue Trauma*. In *Patient Transport: Principles and Practice* (pp. 295–310). Elsevier. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2024.0037>
- Foresti, R., Frizziero, A., Renzi, F., Demeco, A., & Daracchi, N. (2023). The upper limb orthosis in the rehabilitation of stroke patients: The role of 3D printing. *Bioengineering*, 10(11), 1256. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10111256>
- Martin, L. K. D., McBride, L. T. J., Unangst, C. A., & Chisholm, J. (2020). Prospective Study of Military Special Operations Medical Personnel and Lower Extremity Fracture Immobilization in an Austere Environment. *Foot & ankle orthopaedics*, 5(2), 2473011420916144. <https://doi.org/10.1177/2473011420916144>
- Mawhinney, J. A., Parker, S. J. M., Selby, A., & Smith, R. (2024). Environmentally friendly splints for limb immobilisation: A systematic review. *Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 106(4), 317–325.
- Memon, A., Zia, M., & Rahman, A. (2022). Community engagement for mass-casualty preparedness. *Disaster Medicine & Public Health Preparedness*, 16(3), 720–728. <https://doi.org/10.1017/dmp.2022.58>
- Muminov, Q. (2025). The role and importance of immobilization equipment in emergency care. *Modern Science and Research*, 4(1), 55–63. <https://inlibrary.uz/index.php/science-research/article/view/112293>
- Prządka, M., Pająk, W., Kleinrok, J., & Pec, J. (2025). Advances in 3D printing applications for personalized orthopedic surgery: From anatomical modeling to patient-specific implants. *Journal of Clinical Medicine*, 14(11), 3989. <https://doi.org/10.3390/jcm14113989>