

## Penerapan Teknologi *Scissor Lift* untuk Keselamatan Kerja UMKM Servis Meja Biliar

Arief Suardi Nur Chairat<sup>1</sup>, Muhammad Ridwan<sup>2</sup>, Hendri<sup>3</sup>, Agus Wibawa<sup>4</sup>, Desyilia Fitria Nurhadi<sup>5</sup>,  
Elizabeth Pintauli Hutapea<sup>6</sup>, Sumayya Nurlaily<sup>7</sup>

<sup>1,5,6,7</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Bisnis Energi, Institut Teknologi PLN

<sup>2,3,4</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi dan Bisnis Energi, Institut Teknologi PLN

e-mail: [1arief.suardi@itpln.ac.id](mailto:1arief.suardi@itpln.ac.id)

### Abstrak

Sektor UMKM jasa instalasi meja biliar menghadapi kendala serius terkait penanganan material secara manual, khususnya saat mengangkat slate (batu alam) seberat 150 kg. Aktivitas ini berisiko tinggi memicu Musculoskeletal Disorders pada pekerja dan sangat tidak efisien secara operasional. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi tepat guna berupa Perangkat Angkat Gunting (*Scissor Lift*) Manual bagi mitra PT Kreasi Tiga Bola. Pelaksanaan pengabdian menggunakan pendekatan *User-Centered Design*, yang meliputi tahapan survei lapangan, perancangan desain, fabrikasi, uji coba fungsional, serta pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Hasil pengabdian menunjukkan adanya perbaikan postur pekerja ke posisi berdiri netral yang berhasil menurunkan *Lifting Index* (LI) dari kategori sangat berbahaya menjadi aman ( $LI < 1$ ). Selain itu, intervensi alat ini terbukti memangkas waktu pemosisian material dari 20 menit menjadi kurang dari 5 menit, serta mengoptimalkan kebutuhan tenaga kerja dari 4 menjadi 2 orang. Pelatihan yang diberikan juga berhasil meningkatkan pemahaman K3 teknisi sebesar 85%. Kesimpulannya, penerapan *scissor lift* manual ini sangat krusial karena efektif mengeliminasi risiko cedera fisik sekaligus memberikan nilai tambah berupa peningkatan efisiensi ekonomi dan produktivitas usaha mitra.

**Kata kunci:** *Scissor Lift, Ergonomi, Keselamatan Kerja, Musculoskeletal Disorders, Teknologi Tepat Guna.*

### Abstract

The billiard table installation in MSME sector faces serious challenges regarding manual material handling, specifically when lifting 150 kg natural stone slates. This activity poses a high risk of triggering Musculoskeletal Disorders (MSDs) among workers and is highly inefficient operationally. Therefore, this community service aims to implement appropriate technology in the form of a Manual Scissor Lift for PT Kreasi Tiga Bola. The implementation utilized a *User-Centered Design* approach, comprising field surveys, technical design, fabrication, functional testing, and Occupational Health and Safety (OHS) training. The results demonstrated an improvement in workers' posture to a neutral standing position, successfully reducing the *Lifting Index* (LI) from a highly dangerous category to a safe level ( $LI < 1$ ). Furthermore, this mechanical intervention drastically cut material positioning time from 20 minutes to under 5 minutes and optimized labor requirements from 4 to 2 operators. The provided training also successfully increased technicians' OHS understanding by 85%. In conclusion, the implementation of this manual scissor lift is crucial as it effectively eliminates the risk of physical injury while providing added value through increased economic efficiency and the partner's business productivity.

**Keywords:** *Scissor Lift, Ergonomics, Occupational Safety, Musculoskeletal Disorders, Suitable Technology.*

## 1. PENDAHULUAN

Sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang jasa instalasi seringkali masih sangat bergantung pada penanganan material secara manual (*manual material handling*) [1]. Proses pengangkatan dan pemindahan barang berat yang dilakukan secara berulang tanpa alat bantu ergonomis memiliki risiko tinggi terhadap keselamatan pekerja [2].

Praktik ini dapat memicu kelelahan fisik yang ekstrem dan meningkatkan risiko cedera otot atau *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Pada skala yang lebih luas, kondisi kerja yang tidak ergonomis ini secara langsung berdampak pada penurunan efisiensi waktu operasional [3].

PT Kreasi Tiga Bola adalah sebuah UMKM penyedia jasa instalasi dan relokasi meja biliar yang memiliki peran penting dalam mendukung industri rekreasi di Indonesia. Berdasarkan observasi lapangan, tantangan terbesar yang dihadapi mitra berada pada proses penanganan *slate*, yakni komponen utama meja biliar berupa batu alam, seperti ditunjukkan oleh Gambar 1. *Slate* ini memiliki bobot mencapai 150 kg per keping. Selama ini, terlihat pada Gambar 2, pekerja mengangkat dan memosisikan *slate* secara konvensional. Mengingat beban dan dimensi *slate* yang tidak wajar untuk diangkat dengan tenaga manusia murni, proses ini tidak hanya mengancam keselamatan fisik pekerja, tetapi juga berisiko merusak komponen batu alam tersebut jika terjadi kelalaian.

Penanganan material secara manual (MMH) mencakup aktivitas mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, menghalangi, atau menggerakkan beban dengan tenaga manusia [4]. Dalam industri jasa instalasi meja biliar, aktivitas MMH menjadi dominan karena karakteristik lokasi kerja yang bervariasi. Namun, aktivitas MMH yang dilakukan secara tidak tepat, terutama pada beban statis yang berat, menjadi penyebab utama kecelakaan kerja dan penurunan produktivitas [5]. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) telah menetapkan metode untuk menghitung batas beban yang direkomendasikan (*Recommended Weight Limit / RWL*) [6]. Berdasarkan standar NIOSH, dalam kondisi kerja yang paling optimal sekalipun, berat beban maksimal yang diizinkan untuk diangkat oleh satu orang pekerja adalah 23 kg. Dengan membandingkan bobot *slate* sebesar 150 kg terhadap standar NIOSH, maka indeks pengangkatan (*Lifting Index*) pada mitra berada pada kategori sangat berbahaya ( $LI > 3$ ), yang berarti tugas tersebut wajib dilakukan dengan bantuan alat mekanis.



Gambar 1. Contoh *Slate* Meja Biliar



Gambar 2. Posisi Pekerja Saat Proses Pemindahan *Slate* Secara Manual

Perangkat angkat gunting (*scissor lift*) adalah alat mekanis yang digunakan untuk menaikkan beban secara vertikal melalui mekanisme lengan yang bersilangan. Penggunaan sistem hidraulik pada alat ini didasarkan pada Hukum Pascal, di mana tekanan yang diberikan pada cairan dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama [7]. Hal ini memungkinkan gaya input yang kecil (melalui pompa pedal) untuk menghasilkan gaya angkat yang sangat besar pada platform, sehingga beban 150 kg dapat terangkat dengan stabil dan aman tanpa membebani fisik pekerja secara berlebihan.

Menjawab permasalahan mitra, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini berfokus pada penerapan teknologi tepat guna berupa Perangkat Angkat Gunting Manual. Alat ini dirancang secara spesifik untuk memfasilitasi pengangkatan dan pemosisian *slate* biliar. Dengan menggunakan mekanisme silinder hidraulik manual dan platform baja yang stabil, alat ini memungkinkan pekerja memindahkan kepingan batu seberat 150 kg dengan aman, presisi, dan minim tenaga fisik.

## 2. METODE

Penerapan program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini menggunakan metode partisipatif berbasis *User-Centered Design* (UCD), di mana teknologi dirancang secara spesifik sesuai dengan kebutuhan dan kebiasaan kerja Mitra, yakni PT Kreasi Tiga Bola. Untuk menyelesaikan permasalahan Mitra di bidang instalasi meja biliar, implementasi program dilakukan melalui tahapan-tahapan yang ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Program PkM

Observasi lapangan dilakukan untuk memetakan ruang kerja Mitra yang sering kali sempit dan analisis postur kerja teknisi saat mengangkat beban. Data ini digunakan untuk merancang *Scissor Lift* (Perangkat Angkat Gunting) dan *Dolly Modular* menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD). Selanjutnya, proses manufaktur komponen material utama seperti kerangka baja dan sistem hidraulik manual (*hoist*) dilakukan terpusat di bengkel, melibatkan mahasiswa dalam implementasi proyek nyata. Alat yang telah dirakit langsung disimulasikan di lokasi Mitra untuk menguji kemampuan angkat vertikal batu *slate* seberat 150 kg dan stabilitas pergerakan horizontal (*manuver*) alat menggunakan roda *caster*. Terakhir, sosialisasi dan edukasi diberikan kepada teknisi Mitra yang mencakup *Standard Operating Procedure* (SOP) pengoperasian alat mekanis, dasar-dasar pemeliharaan alat, serta prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) untuk menghindari MSDs.

Untuk mengukur tingkat ketercapaian dan keberhasilan implementasi program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini, evaluasi dilakukan secara komprehensif menggunakan tiga instrumen tolak ukur utama. Ketiga instrumen ini dirancang untuk menilai dampak nyata dari intervensi teknologi Scissor Lift terhadap operasional harian mitra PT Kreasi Tiga Bola secara holistik. Pertama, Tolak Ukur Ergonomi (Fisik) digunakan sebagai indikator primer dalam menilai aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Ketercapaian pada aspek ini dievaluasi dengan membandingkan postur kerja dan beban mekanis teknisi sebelum dan sesudah intervensi teknologi. Secara kuantitatif, keberhasilan diukur melalui penurunan nilai indeks pengangkatan (*Lifting Index*) berdasarkan standar NIOSH. Sebelum PkM, penerahan tenaga secara manual untuk mengangkat beban 150 kg memaksa pekerja berada pada postur yang berisiko tinggi memicu MSDs, dengan nilai LI yang jauh melampaui batas aman. Setelah penerapan *Scissor Lift*, interaksi fisik pekerja dengan beban berat dapat dieliminasi. Pekerja kini hanya perlu mengoperasikan pompa hidraulik dengan postur berdiri netral, yang secara efektif mereduksi tingkat kelelahan fisik (*fatigue*) dan menurunkan risiko cedera tulang belakang ke ambang batas yang sepenuhnya aman. Kedua, keberhasilan program dievaluasi menggunakan Tolak Ukur Efisiensi Waktu (*time study*). Pengukuran ini dilakukan secara komparatif dengan mencatat durasi penyelesaian proses pemindahan dan pemosisian batu *slate* di lokasi instalasi. Ketiga, tingkat keberhasilan program diukur berdasarkan Perubahan Ekonomi (*Economic Impact*) sebagai manifestasi dari nilai tambah teknologi bagi institusi mitra.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian diawali dengan tahapan survei lapangan dan perancangan teknis untuk memastikan dimensi alat sesuai dengan kebutuhan teknisi PT Kreasi Tiga Bola. Proses manufaktur dilakukan terpusat di bengkel fabrikasi dengan fokus pada presisi pengelasan lengan gunting guna menjaga keseimbangan beban. Setelah alat selesai dirakit, dilakukan uji coba lapangan secara langsung menggunakan kepingan *slate* biliar asli. Tahap akhir melibatkan edukasi intensif kepada para teknisi mengenai prosedur pengoperasian alat dan prinsip-prinsip ergonomi guna mencegah gangguan muskuloskeletal di masa depan.



Gambar 4. Praktek Penggunaan *Scissor Lift* Oleh Tim PkM

Untuk mengukur tingkat ketercapaian dan keberhasilan implementasi program PkM ini, evaluasi dilakukan secara komprehensif menggunakan tiga instrumen tolak ukur utama. Ketiga instrumen ini dirancang untuk menilai dampak nyata dari intervensi teknologi *Scissor Lift* terhadap operasional harian mitra PT Kreasi Tiga Bola secara holistik. Ringkasan hasil evaluasi komparatif sebelum dan sesudah intervensi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Evaluasi Kegiatan PkM

Indikator Evaluasi	Sebelum PkM (Metode Manual)	Sesudah PkM (Metode Mekanis)	Keterangan / Dampak
<b>Beban Fisik (Lifting Index / LI)</b>	LI > 3	LI < 1	Penurunan drastis dari kategori "Sangat Berbahaya" menjadi "Aman".
<b>Postur Kerja Pekerja</b>	Membungkuk ekstrem menahan beban 150 kg	Berdiri netral mengoperasikan pompa hidraulik	Mengeliminasi beban statis pada tulang belakang ( <i>lumbar L5/S1</i> ).
<b>Risiko Cedera (MSDs)</b>	Sangat Tinggi ( <i>Low back pain</i> sering terjadi)	Sangat Rendah	Tingkat kelelahan ( <i>fatigue</i> ) menurun signifikan.

<b>Waktu Pemosisian Slate</b>	15 – 20 menit	< 5 menit	Efisiensi waktu instalasi meningkat hingga 75%.
<b>Kebutuhan Tenaga Kerja</b>	4 orang	2 orang	Optimalisasi SDM, 2 orang lainnya dapat mengerjakan tugas lain.

Tolak ukur ergonomi digunakan sebagai indikator primer dalam menilai aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) para teknisi di lapangan. Secara kuantitatif, keberhasilan diukur melalui penurunan nilai indeks pengangkatan (*Lifting Index / LI*) berdasarkan persamaan standar NIOSH. Berdasarkan hasil observasi (Tabel 1), sebelum adanya pengabdian, pengerahan tenaga secara manual untuk mengangkat kepingan slate seberat 150 kg memaksa pekerja berada pada postur yang sangat tidak ergonomis dengan nilai *LI* yang melampaui batas aman. Setelah penerapan *Scissor Lift*, interaksi fisik langsung antara pekerja dengan beban berat berhasil dieliminasi, sehingga menurunkan risiko cedera tulang belakang ke ambang batas yang sepenuhnya aman.



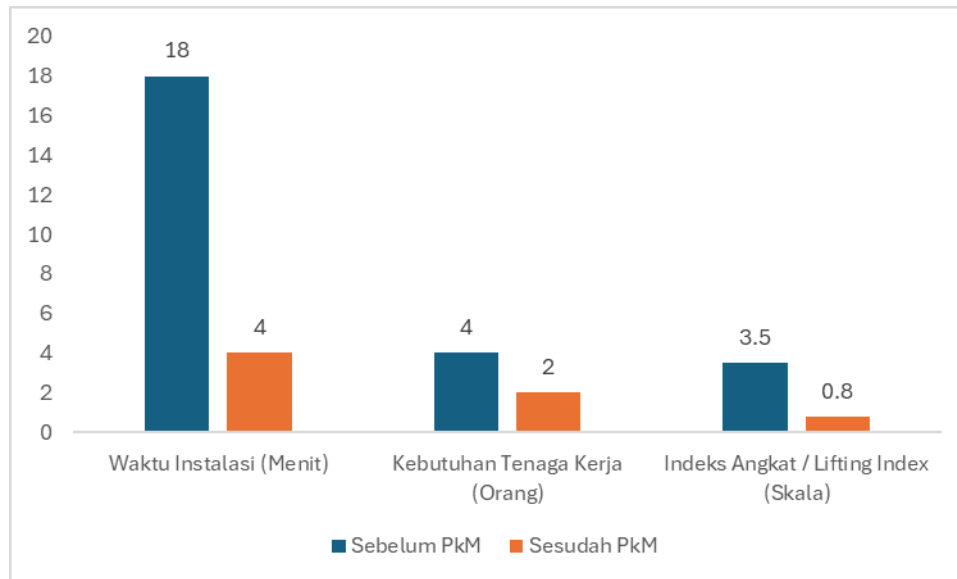
Gambar 5. Ujicoba *Scissor Lift* Dengan Dua Orang Pekerja

Keberhasilan implementasi program selanjutnya dievaluasi menggunakan tolak ukur efisiensi waktu operasional. Pengukuran ini dilakukan dengan mencatat dan membandingkan durasi penyelesaian proses pemindahan serta pemosisian batu slate di lokasi instalasi. Penggunaan intervensi mekanis terbukti memberikan percepatan alur kerja yang masif. Seperti yang tertera pada Tabel 1, waktu yang sebelumnya banyak terbuang (15-20 menit) untuk mengatur manuver oleh 4 orang pekerja, kini dapat dipangkas menjadi kurang dari 5 menit hanya dengan 2 operator.

Tingkat keberhasilan program yang terakhir diukur berdasarkan parameter perubahan ekonomi (*economic impact*). Hal ini merupakan manifestasi langsung dari nilai tambah teknologi bagi institusi mitra. Penerapan *Scissor Lift* memitigasi kerugian finansial akibat risiko kerusakan material (batu *slate* pecah) saat proses instalasi manual. Selain itu, seiring dengan optimalisasi SDM dan efisiensi waktu kerja, mitra memiliki fleksibilitas dan kapasitas operasional yang lebih

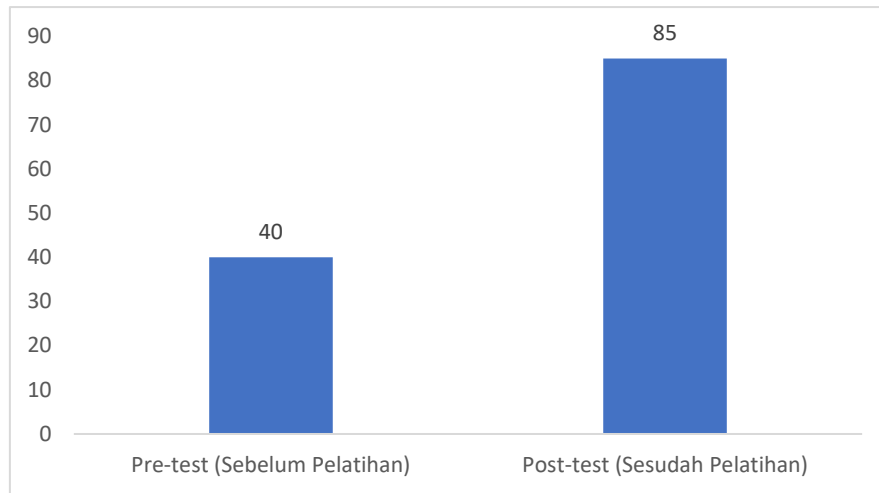
besar untuk melayani lebih banyak pesanan jasa instalasi harian, yang pada akhirnya berdampak positif pada daya saing dan peningkatan omset usaha.

Berdasarkan Gambar 3.6, terlihat grafik tren penurunan yang signifikan pada ketiga indikator utama pasca-intervensi teknologi. Waktu instalasi berhasil ditekan dari rata-rata 18 menit menjadi hanya 4 menit. Demikian pula pada optimalisasi SDM yang berkurang 50% menjadi 2 orang. Penurunan paling krusial terlihat pada nilai LI, di mana risiko cedera tulang belakang (MSDs) yang sebelumnya berada pada skala berbahaya ( $>3$ ) berhasil diturunkan ke skala aman ( $<1$ ).



Gambar 6. Grafik Komparasi Indikator Operasional Sebelum dan Sesudah PkM

Selain intervensi perangkat keras (*hardware*), keberhasilan pengabdian ini juga diukur dari aspek peningkatan kapasitas Sumber Daya Manusia (SDM). Gambar 7 mengilustrasikan hasil evaluasi kognitif teknisi terkait pemahaman K3 serta SOP pengangkatan mekanis. Terlihat adanya lonjakan pemahaman yang drastis, dari rata-rata skor pre-test sebesar 40% menjadi 85% pada post-test. Peningkatan signifikan ini memvalidasi bahwa metode pelatihan dan pendampingan ergonomi yang diberikan dapat diserap dengan sangat baik, sekaligus menandai pergeseran positif menuju budaya kerja yang sadar risiko (*safety-oriented*) di lingkungan mitra.



Gambar 7. Grafik Evaluasi Peningkatan Pemahaman K3 Teknisi PT Kreasi Tiga Bola

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan PkM ini telah berhasil mereduksi risiko cedera ergonomis dan meningkatkan efisiensi operasional pada mitra PT Kreasi Tiga Bola melalui implementasi Perangkat Angkat Gunting manual. Hasil evaluasi menunjukkan adanya penurunan beban kerja fisik secara komprehensif, ditandai dengan perbaikan postur kerja teknisi menjadi posisi berdiri netral dan nilai LI yang turun tajam ke batas aman, serta peningkatan pemahaman K3 secara signifikan. Secara operasional, perangkat ini terbukti mampu memangkas waktu pemosisian batu *slate* biliar dari rata-rata dua puluh menit menjadi kurang dari lima menit sekaligus mengoptimalkan alokasi tenaga kerja. Keberhasilan ini pada akhirnya memberikan dampak ekonomi yang positif bagi mitra berupa mitigasi risiko kerugian akibat kerusakan material dan peningkatan kapasitas pelayanan jasa instalasi harian.

Sebagai luaran teknologi tepat guna, alat bantu ini memiliki kelebihan utama pada sistem pengoperasiannya yang tidak bergantung pada pasokan arus listrik (*zero-energy*), sehingga sangat adaptif di berbagai kondisi lapangan. Selain itu, penggunaan kombinasi roda *caster* memberikan fleksibilitas *manuver* yang tinggi di area lorong arena biliar yang umumnya sempit. Meskipun demikian, alat ini juga memiliki beberapa kelemahan dalam aplikasinya, yakni proses elevasi yang masih mengandalkan tenaga pompa kaki manual sehingga waktu angkatnya tidak secepat sistem motor otomatis, serta performa roda yang kurang optimal apabila harus melintasi permukaan lantai yang tidak rata atau berbatu di luar ruangan.

Pengembangan teknologi selanjutnya sangat terbuka untuk dilakukan, terutama yang berfokus pada sistem otomasi dan fleksibilitas struktur alat. Pengembangan tersebut mencakup integrasi sistem elektro-hidraulik berbasis tenaga baterai portabel (DC) untuk mempercepat proses pengangkatan beban tanpa menggunakan tenaga manusia sama sekali. Selain itu, perancangan area platform atas yang bersifat modular agar dimensinya dapat diperlebar atau dipersempit sesuai kebutuhan juga sangat potensial untuk dikembangkan. Melalui penyempurnaan desain ini, diharapkan teknologi perangkat angkat tersebut tidak hanya bermanfaat bagi industri jasa biliar, tetapi juga dapat diadopsi secara luas oleh berbagai sektor UMKM manufaktur dan jasa lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Asshidiq and Nur Rahman As'ad, "Identifikasi Risiko Kerja dan Keluhan Gangguan Otot Rangka Pekerja Kios Berkah Jaya," *BCSIES*, vol. 3, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.29313/bcsies.v3i1.6789.
- [2] N. Siddiqah, A. Awaluddin, and A. Wahyuni, "ANALISIS FAKTOR RISIKO ERGONOMI TERHADAP KELUHAN MSDs PADA PEKERJA AKTIVITAS MANUAL LIFTING DI PT. X," *HJPH*, vol. 4, no. 3, pp. 282–294, Oct. 2023, doi: 10.30597/hjph.v4i3.27025.
- [3] V. I. Asri, A. Prayogo, and D. Lusianti, "INOVASI TROLI ANGKUT ERGONOMIS PADA UMKM BATA MERAH KALIWUNGU," *APLIKASIA: Jurnal Aplikasi Ilmu-ilmu Agama*, vol. 25, no. 1, pp. 9–18.
- [4] J. Ahn, H. Jung, J. Moon, C. Kwon, and J. Ahn, "A comprehensive assessment of a passive back support exoskeleton for load handling assistance," *Sci Rep*, vol. 15, no. 1, p. 3926, Jan. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-88471-w.
- [5] M. Bialy and D. Tsodikovich, "Billiard Tables with Rotational Symmetry," *International Mathematics Research Notices*, vol. 2023, no. 5, pp. 3970–4003, Mar. 2023, doi: 10.1093/imrn/rnab366.
- [6] M. J. Al-Ghifari, N. R. As'ad, and Y. S. Rejeki, "Pengukuran Risiko Kerja pada Pencetakan Adonan dengan Metode NIOSH Lifting Equation," *BCSIES*, vol. 6, no. 1, pp. 141–150, Feb. 2026, doi: 10.29313/bcsies.v6i1.22924.
- [7] G. Neusa Arenas, R. V. Saraguro Piarpuezan, J. F. Jiménez Rey, and E. D. Navarrete Arboleda, "Prevalence of Manual Handling of Loads and Its Pathologies in Workers in the Construction Industry," in *Applied Engineering and Innovative Technologies*, M. Z. Vizueté, M. B. Tobar, S. Casillas, M. N. Toro, A. Basantes Andrade, F. P. Carrasco, and B. Durakovic, Eds., Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 158–166.