Procedia of Engineering and Life Science Vol. 10 No.1 2026
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Redesign of the Keyboard Lever One Wheel Drive Mechanism to Reduce Load and Bearing Wear on the Wide Belt Sander Machine

Redesain Mekanisme Penggerak Keyboard Lever One Wheel untuk Mengurangi Beban dan Aus Bantalan Pada Mesin Wide Belt Sander

Rizal Anugerah Pratama[1], Edi Widodo[2]
*Email corresponding author: ediwidodo@umsida.ac.id
Prodi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *The Wide Belt Sander is an essential machine in wood-processing industries, where the accuracy of the height detection mechanism plays a critical role in ensuring consistent sanding quality. General Background One of the key components in this mechanism is the keyboard lever one wheel, which functions as a mechanical roller-based height sensor. Specific Background Field observations revealed that the roller bearing on this lever experienced accelerated wear, resulting in reduced sensitivity and inaccuracies in height detection. Knowledge Gap Existing mechanical designs lack optimized force distribution structures to prevent continuous excessive friction caused by heavy spring pressure against wooden materials. Aims This study focuses on redesigning the mechanical lever system by modifying the bearing support structure and optimizing the force mechanism to reduce unnecessary contact pressure. Results The redesigned gravity-based weight mechanism successfully minimized frictional wear, enhanced the smoothness of lever movement, and restored the accuracy of the height-sensing system. Novelty This work establishes a modified gravity-driven force mechanism that replaces conventional spring systems to eliminate excessive bearing friction in wood-processing sanding equipment. Implications Implementing this redesigned mechanism increases component reliability, extends roller lifespan, and reduces maintenance frequency, thereby improving overall operational efficiency in industrial wood-processing environments.*
Keywords *Wide Belt Sander, Keyboard Lever, Roller Bearing Wear, Mechanism Redesign, Height Detection System*

Abstrak. *Wide Belt Sander adalah mesin penting dalam industri pengolahan kayu, di mana akurasi mekanisme deteksi ketinggian memainkan peran penting dalam memastikan kualitas pengamplasan yang konsisten. Latar Belakang Umum Salah satu komponen utama dalam mekanisme ini adalah roda keyboard lever one, yang berfungsi sebagai sensor ketinggian berbasis roller mekanik. Pengamatan lapangan latar belakang khusus menunjukkan bahwa bantalan roller pada tuas ini mengalami keausan yang dipercepat, mengakibatkan penurunan sensitivitas dan ketidakakuratan dalam deteksi ketinggian. Knowledge Gap Desain mekanis yang ada tidak memiliki struktur distribusi gaya yang optimal untuk mencegah gesekan berlebihan yang terus-menerus disebabkan oleh tekanan pegas berat terhadap material kayu. Tujuan Studi ini berfokus pada desain ulang sistem tuas mekanik dengan memodifikasi struktur penyangga bantalan dan mengoptimalkan mekanisme gaya untuk mengurangi tekanan kontak yang tidak perlu. Hasil Mekanisme berat berbasis gravitasi yang didesain ulang berhasil meminimalkan keausan gesekan, meningkatkan kelancaran gerakan tuas, dan mengembalikan akurasi sistem sensor ketinggian. Kebaruan Pekerjaan ini menetapkan mekanisme gaya gravitasi yang dimodifikasi yang menggantikan sistem pegas konvensional untuk menghilangkan gesekan bantalan berlebihan pada peralatan pengamplasan kayu. Implikasi Penerapan mekanisme yang didesain ulang ini meningkatkan keandalan komponen, memperpanjang umur roller, dan mengurangi frekuensi perawatan, sehingga meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan di lingkungan pengolahan kayu industri.*
Kata kunci: *Amplas Sabuk Lebar, Tuas Keyboard, Keausan Bantalan Rol, Desain Mekanisme Ulang, Sistem Deteksi Tinggi*

I. PENDAHULUAN

Industri pengolahan kayu modern menuntut tingkat presisi yang tinggi dalam menghasilkan permukaan kayu yang rata dan memiliki ketebalan seragam [1]. Dalam proses produksi furnitur, panel, *plywood*, MDF, dan berbagai material berbasis kayu lainnya, mesin *Wide Belt Sander* (WBS) menjadi salah satu perangkat utama yang digunakan untuk mencapai kualitas *sanding* yang konsisten dan stabil [2]. Mesin ini mampu melakukan proses pengikisan permukaan kayu secara cepat dan terkontrol, sehingga sangat diperlukan pada industri yang memiliki volume produksi tinggi.

Kinerja mesin *Wide Belt Sander* sangat dipengaruhi oleh stabilitas operasional dan keakuratan sistem pendeteksi ketebalan material[3]. Salah satu mekanisme penting dalam sistem ini adalah *keyboard lever one wheel*, yaitu komponen mekanis yang membaca perubahan ketebalan material melalui pergerakan *roller* kecil yang bersentuhan langsung dengan permukaan kayu. Namun, hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa bantalan *roller* pada mekanisme ini mengalami keausan yang signifikan akibat gaya tekan pegas yang cukup besar. Kondisi tersebut mengakibatkan *roller* tidak dapat berputar bebas, sehingga menurunkan akurasi pembacaan sensor dan berpotensi menyebabkan ketidaktepatan *sanding*.

Lingkungan kerja mesin WBS yang penuh debu kayu, getaran tinggi dari *sanding* drum, serta *misalignment* pada *lever* turut mempercepat kerusakan bantalan [4]. Kerusakan ini berdampak pada hasil *sanding* yang tidak merata, munculnya pola *sanding mark*, ketebalan material tidak konsisten, *downtime* mesin meningkat, serta biaya perawatan bertambah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada *redesign* mekanisme *keyboard lever* dengan mengubah sistem gaya dari pegas menjadi pemberat berbasis gravitasi agar tekanan *roller* lebih lembut, stabil, dan tidak menimbulkan gesekan berlebih pada bantalan [5].

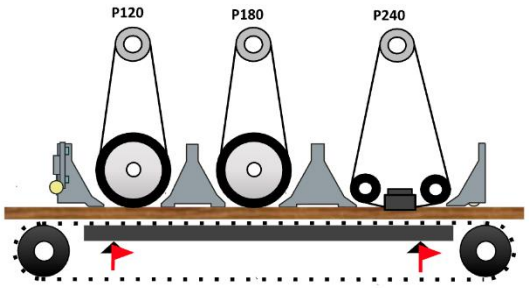
1.1 Cara Kerja Mesin *Wide Belt Sander*

Mesin *Wide Belt Sander* bekerja dengan prinsip pergerakan *belt* amplas berukuran besar yang berputar mengelilingi drum penggerak dan drum penegang [6]. Pada saat mesin dioperasikan, motor utama memutar drum penggerak sehingga *belt* abrasif bergerak dengan kecepatan tinggi. Material kayu yang ditempatkan di atas *conveyor* kemudian digerakkan menuju area sanding secara stabil dan teratur.

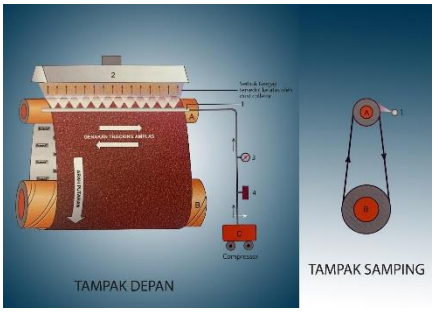
Ketika kayu memasuki zona *sanding*, *belt* abrasif akan mengikis permukaan kayu secara bertahap. Besarnya pengikisan ditentukan oleh tekanan *sanding head*, jenis grit amplas, dan kecepatan *conveyor*[2] . Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin banyak material yang terkikis. Proses ini berlangsung secara kontinyu sehingga menghasilkan permukaan kayu yang halusdan memiliki ketebalan sesuai standar [7].

Di dalam sistemnya, mesin WBS dilengkapi mekanisme pendeteksi ketebalan yang bekerja secara real-time. *Keyboard lever one wheel* merupakan sensor mekanis yang membaca naik-turunnya permukaan kayu melalui *roller* kecil yang mengikuti kontur material. Ketika terjadi perubahan ketebalan, *roller* akan bergerak naik atau turun dan perubahan gerak ini diteruskan ke sistem kontrol mesin untuk menyesuaikan jarak *sanding* secara otomatis. Dengan demikian, mesin dapat menjaga konsistensi *sanding* meskipun material mengalami variasi ketebalan.

Keberhasilan proses *sanding* sangat bergantung pada kelancaran interaksi antara *conveyor*, *belt* abrasif, *sanding head*, dan sistem pendeteksian ketebalan tersebut [8]. Jika salah satu komponen tidak bekerja optimal, maka hasil *sanding* dapat menjadi tidak merata dan berdampak pada kualitas akhir produk.



Gambar 1.1 Cara Kerja Mesin WBS



Gambar 1.2 Cara Kerja Mesin WBS

1.2 Komponen-Komponen Utama Mesin *Wide Belt Sander*

Mesin *Wide Belt Sander* terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara bersama untuk menghasilkan proses sanding yang efektif dan akurat. Penjelasan komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1. Drum penggerak (*driving drum*)

Adalah silinder utama yang digerakkan oleh motor listrik untuk memutar *belt* amplas dengan kecepatan tinggi dan berfungsi menggerakkan *belt* abrasif sehingga proses pengikisan pada permukaan kayu dapat berlangsung secara stabil dan konsisten.

2. Drum penegang (*tensioning drum*)

Adalah komponen yang menjaga tingkat ketegangan *belt* amplas agar tetap kencang dan tidak melorot, sehingga tekanan *sanding* tetap stabil dan hasil pengamplasan dapat merata di seluruh permukaan material.

3. *Belt* abrasif (*abrasive belt*)

Merupakan sabuk amplas lebar yang berfungsi sebagai media utama pengamplasan untuk mengikis serta menghaluskan permukaan kayu sesuai tingkat grit yang digunakan, sehingga menentukan kualitas hasil *sanding.*

4. *Conveyor table* atau meja *conveyor*

Adalah sabuk pengangkut yang membawa material kayu menuju area *sanding* dengan kecepatan terkontrol, sehingga tidak terjadi pola *sanding* yang bergelombang dan hasil permukaan tetap rata.

5. *Sanding head*

Adalah unit yang menekan *belt* abrasif ke permukaan kayu dan berfungsi mengatur intensitas serta kedalaman sanding sehingga dapat digunakan untuk proses kalibrasi kasar maupun finishing halus.

6. *Platen* atau *pressure pad*

Adalah komponen datar yang memberikan tekanan merata pada *belt* abrasif sehingga menghasilkan permukaan kayu yang lebih halus dan mengurangi munculnya garis *sanding*.

7. *Keyboard lever one wheel*

Adalah mekanisme tuas dengan satu *roller* kecil yang menyentuh permukaan kayu dan berfungsi sebagai sensor mekanis untuk membaca perubahan ketebalan material, sehingga sistem dapat menyesuaikan posisi *sanding* secara otomatis.

8. Sistem tracking *belt*

Adalah mekanisme pengatur posisi *belt* abrasif yang menjaga *belt* tetap berada pada jalur yang benar sehingga tidak bergeser ke kiri atau kanan yang dapat menyebabkan kerusakan.

9. Motor penggerak (*main motor*)

Adalah komponen yang menghasilkan tenaga putar untuk menggerakkan drum penggerak, menentukan kecepatan *sanding*, serta mengatur agresivitas proses pengikisan.

10. Sistem pengaturan tekanan (*pressure system*)

Adalah mekanisme *pneumatic* atau hidrolik yang mengatur tekanan *sanding head* terhadap kayu sehingga proses pengamplasan tetap konsisten dan tidak menyebabkan *overcut* maupun *undercut.*

11. Panel kontrol (*control panel*)

Adalah unit elektronik untuk mengatur parameter operasional mesin seperti kecepatan *conveyor*, kecepatan *belt*, tinggi *sanding*, serta pemantauan status mesin.

12. Sistem *dust collection* atau *ducting*

Adalah perangkat yang berfungsi menghisap debu hasil *sanding* agar tidak mengganggu proses kerja mesin dan mencegah debu masuk ke komponen mekanis seperti bantalan *roller*.

1.3 Jenis Mesin *Wide Belt Sander*

Mesin *Wide Belt Sander* memiliki berbagai jenis yang disesuaikan dengan kebutuhan produksi dan tingkat kualitas permukaan yang ingin dicapai. Salah satu jenis yang paling umum adalah *Single Head Wide Belt Sander*, yaitu mesin yang hanya memiliki satu *sanding head*. Mesin ini biasanya digunakan untuk proses *sanding* awal atau proses *calibrating* untuk meratakan permukaan kayu secara umum. *Single head* banyak dipakai pada industri kecil hingga menengah karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, dan hemat biaya. Kelebihan jenis ini adalah biaya perawatan yang rendah serta konsumsi energi yang lebih kecil, namun kekurangannya adalah kualitas *sanding* yang kurang halus dan tidak efektif untuk produksi skala besar yang membutuhkan hasil akhir berkualitas tinggi [9].



Gambar 1. 3 *Single Head Wide Belt Sander*

Jenis berikutnya adalah *Double Head Wide Belt Sander*, yang memiliki dua *sanding head* yang bekerja secara berurutan dalam satu lintasan. *Head* pertama biasanya berupa *calibrating drum*, sedangkan *head* kedua berfungsi untuk *finishing sanding*. Dengan dua tahapan *sanding* dalam sekali jalan, mesin ini memberikan kecepatan dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan *single head. Double head* banyak digunakan pada pabrik furnitur menengah hingga besar karena mampu memberikan permukaan yang lebih rata dengan waktu proses yang lebih cepat. Kelebihannya adalah tingkat efisiensi tinggi dan kualitas hasil *sanding* yang lebih baik, namun kekurangannya adalah harga mesin yang lebih mahal dan kebutuhan ruang instalasi yang lebih besar[10].



Gambar 1. 4 *Double Head Wide Belt Sander*

Pada industri dengan kapasitas produksi besar dan kebutuhan kualitas permukaan yang sangat tinggi, digunakan *Triple Head Wide Belt Sander*. Mesin ini terdiri dari tiga *sanding head*, yaitu *calibrating drum*, *fine sanding drum*, dan unit *finishing* atau *polishing*. Mesin *triple head* mampu melakukan tiga tahap *sanding* sekaligus dalam satu kali proses, sehingga sangat cocok untuk produksi panel MDF, *plywood*, *veneer*. Kelebihannya adalah kualitas permukaan yang sangat halus dan konsistensi sanding yang sangat baik, namun kekurangannya adalah biaya investasi yang tinggi,

kebutuhan operator terlatih, dan konsumsi energi yang lebih besar.



Gambar 1. 5 *Triple Head Wide Belt Sander*

Selain itu terdapat *Cross Belt Sander*, yang menggunakan *belt* abrasif dengan gerakan menyilang. Mesin ini sering digunakan bersamaan dengan WBS biasa untuk menghasilkan permukaan yang sangat halus tanpa meninggalkan garis sanding. *Cross belt* banyak digunakan pada *finishing* premium dan permukaan yang akan dicat. Keunggulannya adalah kemampuan menghasilkan *surface cross-free*, namun kekurangannya adalah kecepatan *sanding* yang lebih lambat dibandingkan WBS standar.



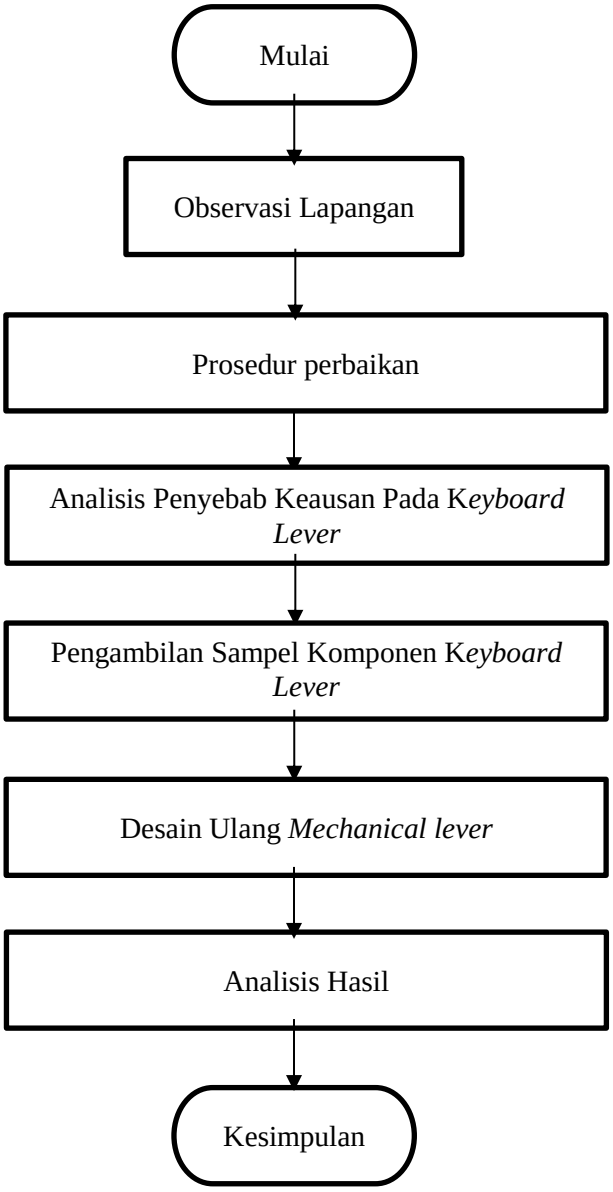
Gambar 1. 6 *Cross Belt Sander*

Jenis lain yaitu *Combination Head Sander*, yang menggabungkan dua sistem *sanding* dalam satu *sanding head*, yaitu *drum sanding,cross sandig* dan *pad sanding*. Kombinasi ini memberikan fleksibilitas tinggi karena mesin dapat digunakan baik untuk meratakan permukaan maupun untuk finishing halus tanpa perlu mengganti mesin terpisah. Mesin ini sangat efisien bagi industri yang membutuhkan fleksibilitas dan mengurangi jumlah mesin dalam lini produksi. Kelebihannya adalah multifungsi dan lebih hemat ruang, namun kekurangannya adalah memerlukan pengaturan teknis yang lebih teliti agar kedua fungsi bekerja optimal [2].



Gambar 1. 7 *Combination Head Sander*

II. METODE



Gambar 2.1 *Flowchart* penelitian

Penelitian dimulai dengan tahap observasi lapangan yang dilakukan secara langsung pada mesin *Wide Belt Sander* di area produksi. Observasi dilakukan untuk memahami perilaku mekanisme *keyboard lever* selama operasi serta mengidentifikasi titik-titik yang mengalami beban yang cukup tinggi. Selama proses pengamatan, kondisi fisik *roller*, bantalan, tuas *lever*, dan dudukannya diperiksa secara visual maupun melalui pengukuran sederhana. Getaran mesin, kondisi permukaan material, serta interaksi antara *roller* dan kayu juga dianalisis untuk melihat potensi penyebab kegagalan komponen.

Setelah itu dilakukan analisis spesifik terhadap gaya tekan pegas yang bekerja pada *roller*. Gaya penekanan pegas dihitung menggunakan persamaan

F = k.x 1.....(2.1)

Di mana **k** merupakan konstanta pegas sementara **x** adalah jarak simpangan atau regangannya, jika untuk gaya penekanan gravitasi dihitung dengan

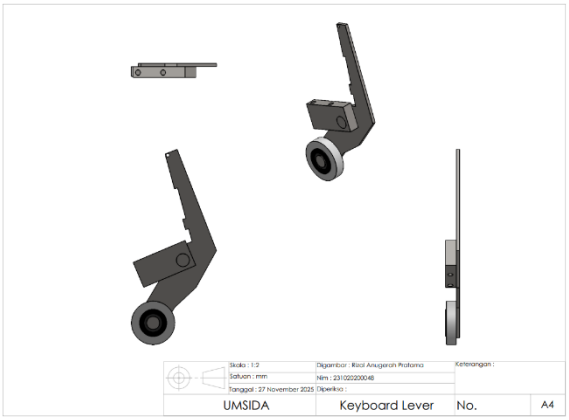
F=m.g.....(2.2)

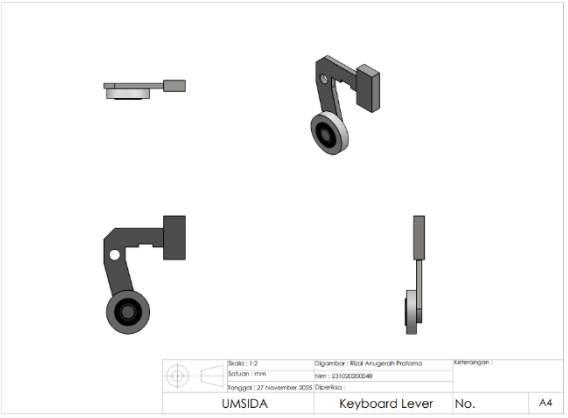
Di mana **m** merupakan massa pemberat sementara **g** adalah gaya gravitasi yang bekerja (9,81 m / s^2). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa gaya tekan yang dihasilkan pegas cukup melebihi gaya penekan *roller* untuk menyentuh permukaan kayu. Beban tinggi ini menimbulkan gesekan berlebih sehingga bantalan tidak dapat bekerja pada kondisi idealnya. Selain itu, analisis gesekan dan kontaminasi debu dilakukan dengan memeriksa kondisi bantalan

sebelum dan sesudah penggunaan dalam waktu tertentu.

Selanjutnya, dilakukan pengambilan sampel komponen berupa *roller*, bantalan lama, pegas, dan dudukan *lever*. Komponen tersebut dianalisis untuk melihat tingkat keausan dan menentukan bagian mana yang mengalami tekanan tertinggi. Berdasarkan hasil analisis inilah kemudian dibuat konsep perancangan ulang mekanisme *lever*.

Perancangan ulang dilakukan dengan menghilangkan sistem pegas dan menggantinya dengan pemberat yang menghasilkan tekanan melalui gaya gravitasi. Mekanisme *lever* dimodifikasi agar posisi tuas mampu menyalurkan gaya pemberat secara vertikal dan stabil ke *roller*. Proses perancangan meliputi pembuatan gambar teknis, serta pemilihan material dan ukuran pemberat yang sesuai.





III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa desain lama dengan sistem pegas memberikan tekanan yang jauh lebih besar. Tekanan ini tidak hanya membebani bantalan secara berlebihan tetapi juga menyebabkan *roller* sulit berputar bebas sehingga menimbulkan gesekan tambahan. *Roller* yang mengalami gesekan berlebih menghasilkan panas dan mempercepat kerusakan bantalan. Selain itu, debu kayu halus yang masuk pada celah bantalan memperburuk kondisi bearing dan mengakibatkan putaran tidak stabil [11].

Setelah dilakukan *redesign* dengan sistem pemberat, tekanan pada *roller* menjadi jauh lebih rendah dan konstan. Gaya gravitasi memberikan tekanan yang lembut dan stabil, memungkinkan *roller* bergerak bebas mengikuti kontur permukaan kayu. Hal ini meningkatkan sensitivitas sistem pendeteksian ketebalan secara signifikan dibandingkan desain lama. *Roller* dapat bergerak lebih responsif terhadap perubahan ketebalan material sehingga proses *sanding* menjadi lebih presisi.

Dengan *redesign* diharapkan untuk umur masa pakai *keyboard lever* dapat bertahan lebih lama daripada desain sebelumnnya. Dari sisi kualitas *sanding*, desain baru memberikan peningkatan permukaan kayu menjadi lebih konsisten dan tidak ditemukan lagi pola *sanding* yang tidak rata. Penurunan tekanan *sanding* yang tidak stabil juga mengurangi risiko *burn mark* dan ketidaksejajaran *sanding.* Secara keseluruhan, desain baru meningkatkan output produksi dengan mengurangi *reject* dan memperbaiki efisiensi mesin WBS [12].

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa keausan bantalan pada mekanisme *keyboard lever* mesin *Wide Belt Sander* terutama disebabkan oleh gaya tekan pegas yang terlalu besar sehingga *roller* ditekan kuat ke permukaan kayu. Tekanan berlebih tersebut menimbulkan gesekan yang mempercepat kerusakan bantalan dan menurunkan akurasi pendeteksian ketebalan material. Redesign sistem dengan mengganti gaya pegas menjadi gaya gravitasi pemberat terbukti mampu menurunkan tekanan pada *roller*, meningkatkan kelancaran gerakan, serta memperpanjang umur bantalan.

Desain baru tidak hanya memulihkan akurasi pendeteksian ketebalan tetapi juga meningkatkan kualitas hasil *sanding* secara keseluruhan. Perubahan ini berdampak positif terhadap produktivitas industri karena mengurangi *downtime*, menurunkan biaya perawatan, dan memaksimalkan efisiensi operasional mesin [13]. Dengan demikian, . *redesign* mekanisme *keyboard lever* menjadi solusi mekanis yang efektif, ekonomis, dan mudah diterapkan tanpa memerlukan perubahan besar pada mesin *Wide Belt Sander*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, dan bantuan sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian dan penulisan artikel mengenai *redesign* mekanisme *keyboard lever one wheel* pada mesin *Wide Belt Sander* ini tentunya tidak akan dapat berjalan dengan optimal tanpa kontribusi dari berbagai pihak yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan perhatian sepanjang proses penyusunan.

Penulis menyampaikan penghargaan yang tinggi kepada pihak perusahaan tempat penelitian dilakukan, yang telah memberikan kesempatan, izin, serta fasilitas pendukung sehingga penulis dapat melakukan observasi langsung di lapangan. Penulis berterima kasih kepada seluruh bagian *engineer*, operator mesin yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan penjelasan rinci mengenai cara kerja mesin, kendala teknis yang sering terjadi, serta berbagai data penting yang sangat membantu dalam memahami permasalahan yang sedang diteliti. Interaksi dan diskusi dengan

para praktisi tersebut sangat membuka wawasan penulis mengenai kondisi nyata di lapangan dan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai mekanisme kerja mesin *Wide Belt Sander* dan tantangan yang dihadapi.

REFERENSI

[1] L. Dzurenda and R. Kminiak, "Comparison of Surface Roughness of Beech Wood after Sanding with an Eccentric and Belt Sander," Acta Facultatis Xylologiae Zvolen, vol. 66, no. 1, pp. 45–54, 2024. doi: 10.17423/afx.2024.66.1.04.

[2] T. Miao and L. Li, "Study on Influencing Factors of Sanding Efficiency of Abrasive Belts in Wood Materials," BioResources, vol. 59, no. 5, pp. 835–842, 2014.

[3] A. Očkajová, M. Kučerka, L. Krišťák, I. Ružiak, and M. Gaff, "Efficiency of Sanding Belts for Beech and Oak Sanding," BioResources, vol. 11, no. 3, pp. 5242–5254, 2016.

[4] W. Species, "Granulometric Analysis of Sanding Dust from Selected Wood Species," BioResources, vol. 13, no. 4, pp. 7481–7495, 2018.

[5] T. Gonçalves, I. D. D. Valarelli, F. Mateus, F. De Almeida, and P. Wood, "Evaluation of Surface Quality in Wood Machining Processes," Revista Árvore, vol. 39, no. 1, pp. 45–50, 2015. doi: 10.1590/0104776020152101121 6.

[6] M. Bundscherer, T. H. Schmitt, S. Bayerl, T. Auerbach, T. Bocklet, and S. Ohm, "An Acoustical Machine Learning Approach to Determine Abrasive Belt Wear of Wide Belt Sanders," Procedia CIRP, vol. 104, pp. 1450–1455, 2021.

[7] Q. Liu, D. Gao, and W. Xu, "Effect of Sanding Processes on the Surface Properties of Modified Poplar Coated by Primer Compared with Mahogany," Coatings, vol. 10, no. 4, pp. 1–13, 2020.

[8] R. K. Smith and J. Doe, "The Impact of Sanding System on the Surface Roughness of Medium-Density Fiberboard," Journal of Wood Science and Technology, vol. 53, no. 2, pp. 27–32, 2019.

[9] M. Henke, B. Lis, and T. Krystofiak, "Evaluation of Surface Roughness Parameters of HDF for Finishing under Industrial Conditions," Materials, vol. 15, no. 8, p. 2890, 2022.

[10] L. Adamčík, V. Lo, G. Luigi, T. Michal, and D. Richard, "Surface Roughness of Thermally Modified and Unmodified Selected Wood Species after Sanding," European Journal of Wood and Wood Products, vol. 83, no. 1, pp. 115–125, 2025.

[11] İ. B. İ. M. Baykan, "The Effect of Planning and Sanding on Surface Roughness of Massive Wood," Journal of Polytechnic, vol. 23, no. 9, pp. 1021–1030, 1999.

[12] C. Li, "Sanding Performance and Wear Mechanism of Precision-Shaped Abrasive Belts for Medium-Density Fiberboard," Wear, vol. 542, p. 205280, 2024.

[13] M. Sydor, R. Mirski, and K. Stuper-Szablewska, "Efficiency of Machine Sanding of Wood," Applied Sciences, vol. 11, no. 14, pp. 1–12, 2021.

[14] J. M. Harris and R. L. Taylor, "Mechanical Design Optimization of Roller Sensors in Wood-Processing Machinery," Mechanism and Machine Theory, vol. 170, p. 104685, 2022. doi: 10.1016/j.mechmachtheory.2021.104685.

[15] D. Prasetyo and B. Hartono, "Gravity-Based Force Mechanisms for Friction Reduction in Industrial Automated Feeders," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, vol. 24, no. 3, pp. 415–425, 2023. doi: 10.1007/s12541-023-00782-y.