

PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA PERAKITAN KUSEN KAYU BERDASARKAN ANALISIS ERGONOMI POSTUR KERJA DAN KELUHAN BIOMEKANIK TUKANG KAYU.

I Wayan Sukania

Staf Pengajar Prodi Teknik Industri Universitas Tarumanagara Jakarta

wayans@ft.untar.ac.id

Abstrak

Di dalam sistem kerja, manusia adalah modal utama yang sangat menentukan tercapainya tujuan stasiun kerja tersebut. Manusia mempunyai keterbatasan yang harus dipahami di dalam melakukan aktifitasnya dan memerlukan alat bantu kerja yang tepat sehingga pekerjaannya dapat diselesaikan dengan baik, produktif, efisien, aman dan nyaman. Pekerjaan merakit kusen dan rangka jendela didominasi oleh pekerjaan mengerahkan tenaga fisik. Berdasarkan pengamatan, postur kerja tukang kayu ketika bekerja kurang memperhatikan aspek ergonomi. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan sarana bantu dan kurangnya pemahaman aspek ergonomi. Postur jongkok dan membungkuk cukup dominan apalagi ketika merakit kusen dan rangka jendela di atas lantai. Berdasarkan hasil kuisioner dan wawancara kebanyakan mengeluhkan rasa sakit setelah bekerja di bagian pinggang, punggung dan kaki serta beberapa bagian tubuh lainnya. Analisis postur kerja menggunakan metode REBA menunjukkan skor 8 sampai 9, mengindikasikan harus segera mendapat perbaikan. Oleh karena itu dilakukan perancangan alat bantu kerja perakitan sehingga postur kerja tukang kayu selama bekerja memenuhi aspek ergonomi. Perancangan dilakukan dengan menggunakan informasi data keluhan dan penyebab keluhan, disain alat bantu yang ada saat dan berbagai pertimbangan tambahan sehingga menghasilkan rancangan alat bantu kerja perakitan kusen kayu yang ergonomis. Karakteristik alat bantu kerja yang dihasilkan yaitu ketinggian meja kerja yang ergonomis, kemiringan dan lebar alas kerja dapat diatur dengan mudah sesuai keperluan tukang kayu. Implementasi terhadap prototype meja kerja perakitan dilakukan untuk mengetahui adanya perbaikan pada kenyamanan kerja.

Kata kunci: REBA, kuisioner, perancangan, implementasi

1. Latar Belakang.

Pekerjaan dapat dibagi menjadi dua macam yaitu pekerjaan fisik dan pekerjaan mental. Pekerjaan fisik lebih banyak memerlukan kalori dibandingkan dengan pekerjaan mental [1]. Pekerjaan di bengkel kayu lebih banyak menggunakan tenaga fisik dibanding pekerjaan mental. Demikian juga pada pengamatan kegiatan di sebuah bengkel kayu di daerah Tabanan Bali frekuensi pekerjaan fisik lebih dominan. Pekerjaan di bengkel kayu antara lain memotong kayu, menyerut, mengampelas, memahat, memprofil, merakit, mengecat dll. Salah satu elemen penting pada pekerjaan mewujudkan kusen kayu yaitu proses perakitan kusen. Proses perakitan kusen diperlukan karena kusen terdiri dari beberapa elemen atau potongan kayu dan apabila digabung akan menjadi sebuah kusen yang utuh. Kusen ada 2 macam yaitu kusen pintu dan kusen jendela. Kusen pintu, yaitu kusen untuk daun pintu yang biasanya bagian atasnya terdapat lubang untuk penerangan dan sirkulasi udara. Sedangkan kusen jendela, yaitu rangka kusen untuk peletakan daun jendela agar jendela bisa dibuka dan ditutup untuk sirkulasi udara. Elemen penting kusen lainnya yang merupakan pasangan dari kusen yaitu rangka daun jendela dan rangka daun pintu.

Kusen dan rangka jendela umumnya terbuat menggunakan material kayu. Jenis kayu juga sangat bervariasi. Saat ini kayu kamper merupakan bahan kusen yang sangat digemari [2]. Kusen terdiri dari beberapa potong kayu yang dirakit atau dihubungkan dengan potongan kayu lainnya dengan teknik penyambungan kayu. Proses penyambungan kayu biasanya menggunakan berbagai metode penyambungan. Untuk perakitan kayu produk furniture ada beberapa metode antara lain teknik sambung lidah (sambungan lidah alur, sambungan lidah lepas dan alur, sambungan lidah bersponing dan alur, sambungan lidah miring), teknik sambung ekor burung dan teknik sambung purus dan lubang terbuka dan tertutup [3]. Di samping kusen kayu terdapat juga kusen berbahan aluminium. Konsumen dapat memilih menggunakan kusen kayu atau aluminium. Masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Berdasarkan hasil penelitian diketahui biaya dikeluarkan untuk membuat kusen aluminium lebih mahal 52 % dibandingkan bahan kayu. Namun untuk waktu pengerjaan dapat dihemat sebesar 53 %. [4].

Berdasarkan pengamatan secara seksama, pekerjaan tukang kayu di bengkel kayu cukup beragam. Pada saat merakit kusen jendela juga terdiri dari beberapa tahapan atau elemen kerja. Kerumitan dan lamanya waktu menyelesaikan saat merakit sangat tergantung pada model rangka daun jendelanya. Penelitian sejenis pada perakitan kusen aluminium menunjukkan pengurangan waktu perakitan apabila menggunakan alat bantu perakitan yang tepat [4].

Berdasarkan pengamatan di lapangan diketahui tukang kayu mengambil postur jongkok, membungkuk dan berdiri tegak. Postur jongkok dan membungkuk lebih dominan dibanding postur lainnya dikarenakan proses perakitan sebagian besar dilakukan di lantai. Gaya dorong yang dikerahkan oleh tangan untuk mengarahkan elemen kusen bervariasi sesuai dengan kesulitan dan dimensi geometri kusen yang dibentuk. Diketahui bahwa postur kerja merupakan salah satu penyebab terjadinya keluhan otot rangka atau *musculoskeletal disorder* (MSD) [5]. Pengerahan tenaga dorong harus memperhatikan posisi tangan optimal sehingga meminimumkan kelelahan dan risiko cedera otot. [6]. Oleh karena itu sangat diperlukan disain alat bantu perakitan kusen kayu yang ergonomis, yang mempercepat waktu perakitan dan aman digunakan. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa agar kegiatan mencapai tujuan yang terbaik maka diperlukan metode terbaik, tempat terbaik dan waktu terbaik. [7].

2. Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui keluhan biomekanik dan postur kerja tukang kayu ketika merakit jendela. Informasi keluhan biomekanik yang terjadi, interpretasi kebutuhan konsumen, skor REBA dan perbandingan produk pesaing yang telah ada menjadi dasar dalam perancangan alat bantu kerja. Rancangan meja kerja perakitan kusen kayu dibuat prototipenya untuk diimplementasikan

3. Data Penelitian dan Perancangan.

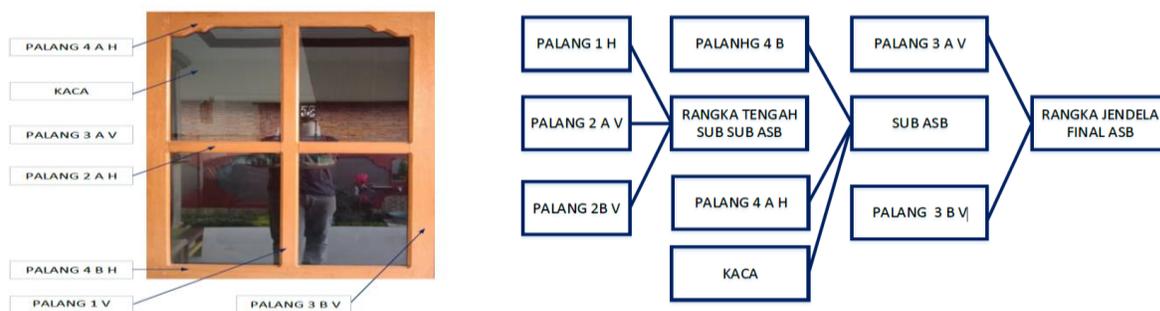
Keluhan biomekanik yang dirasakan oleh tukang kayu diukur menggunakan kuisioner Nordic Body Map dan wawancara langsung. Berdasarkan keluhan yang dialami dan berdasarkan pengamatan cara kerja tukang kayu, maka dapat diperkirakan penyebab keluhan dan cara mengurangi keluhan atau teknik penanggulangannya seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keluhan Biomekanik, Harapan dan Solusi

No	Keluhan	Analisis Penyebab Keluhan	Harapan	Solusi
1.	Keluhan pada leher atas dan leher bagian bawah	Adanya keluhan pada leher bagian atas dan leher bagian bawah dapat disebabkan oleh antara lain postur kepala menunduk cukup sering dan agak lama selama proses perakitan kusen. Leher menahan berat kepala pada posisi menunduk. Postur leher menunduk terjadi pada proses pengeboran, pemasangan penjepit, pemasangan pasak, pemotongan.	Tukang kayu dapat bekerja dengan postur leher atas dan bawah yang nyaman selama bekerja. .	Meja kerja yang memiliki alas kerja yang dapat disesuaikan posisi ketinggiannya dan kemiringannya saat digunakan merakit kusen.
2.	Keluhan biomekanik pada bahu kiri dan bahu kanan	Keluhan pada bahu kiri dan kanan dapat disebabkan oleh posisi bahu tukang kayu terlalu rendah saat bekerja merakit kusen. Postur ini terjadi pada kegiatan pemasangan penjepit, pemotongan.	Tukang kayu dapat bekerja merakit kusen dengan postur nyaman dan alamiah.	Meja kerja untuk merakit kusen dengan alas kerja yang dapat disesuaikan posisi ketinggiannya sesuai antropometri tukang kayu. Kemiringannya meja dapat diatur saat digunakan merakit kusen.
3.	Sakit pada pinggang dan bokong	Keluhan pada pinggang dapat disebabkan oleh postur kerja tukang kayu membungkuk karena proses perakitan dilakukan di atas lantai. Pekerjaan cukup berat adalah memotong bagian kusen sambil berjongkok.	Tukang kayu dapat mengambil postur relative tegak ketika bekerja. Pengerahan tenaga dorong yang lebih kecil.	Alas atau meja kerja pemotongan kayu yang nyaman sehingga tukang kayu tak perlu membungkuk ketika bekerja.
4.	Keluhan pada lengan bawah, siku, pergelangan tangan dan tangan	Keluhan dapat disebabkan oleh pengerahan tenaga berlebihan dan berulang ketika bekerja merakit kayu, apalagi dilakukan pada postur jongkok menyebabkan beban yang dirasakan menjadi lebih berat	Pengerahan tenaga dan pengulangan gerakan pada postur kerja yang nyaman mengurangi keluhan.	Meja kerja yang membuat postur kerja nyaman saat bekerja.

5	Keluhan pada betis dan lutut dan paha	Keluhan yang terjadi pada betis dan lutut dapat disebabkan oleh posisi kerja jongkok. Pada saat jongkok otot betis dan paha menegang dan sendi lutut mendapat tekanan maksimal oleh berat badan. Sebagian pekerjaan dilakukan dengan psotur berjongkok.	Postur tukang kayu yang nyaman yaitu kerja sambil berdiri atau duduk sehingga otot betis, paha rileks serta tekanan sendi lutut minimal.	Meja kerja tempat merakit kusen sambil berdiri atau duduk relaks.
6	Keluhan pada pergelangan kaki kiri dan kanan.	Keluhan yang terjadi pada pergelangan kaki kiri dan kanan dapat disebabkan karena posisi jongkok yaitu sudut yang dibentuk oleh kaki dan betis $< 90^\circ$	Postur tukang kayu yang nyaman yaitu kerja sambil berdiri atau duduk sehingga sudut pergelangan kaki normal.	Meja kerja tempat merakit kusen sambil berdiri atau duduk relaks.
7	Keluhan pada kaki kiri dan kanan.	Keluhan yang terjadi pada kaki kiri dan kanan dapat disebabkan oleh posisi jongkok ketika bekerja. Pada saat jongkok sudut yang dibentuk oleh betis dan kaki $< 90^\circ$ dan jari tertekuk. Tekanan pada telapak kaki tidak merata saat jongkok.	Posisi dan postur tukang kayu yang nyaman yaitu kerja sambil berdiri.	Meja kerja tempat merakit kusen sambil berdiri.

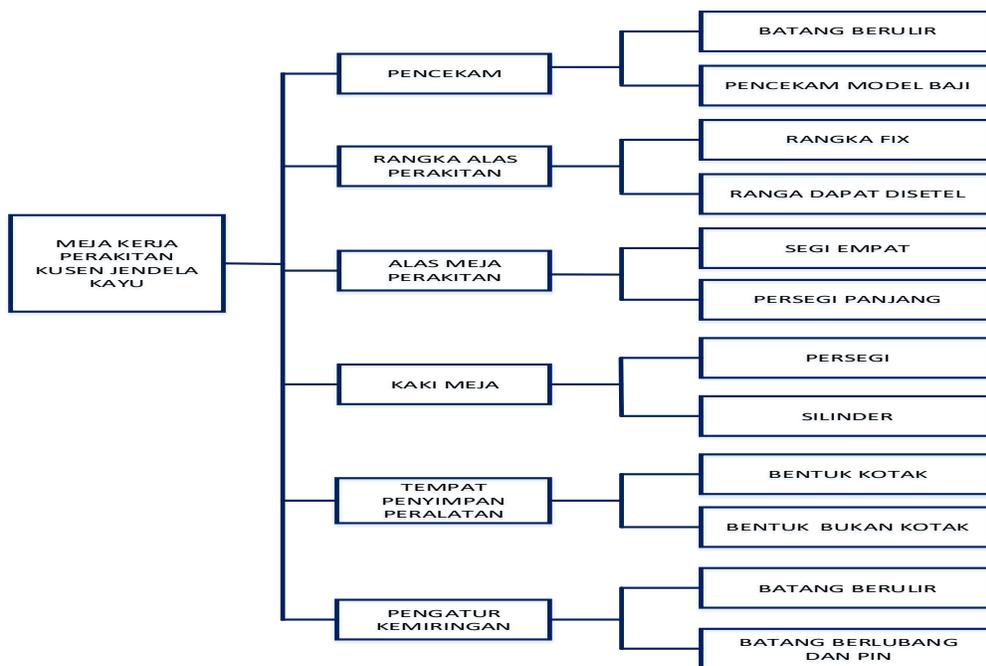
Kusen terbuat dari rangkaian kayu dengan ukuran tertentu yang disambung dengan sambungan tertentu dan diikat menggunakan pasak. Berdasarkan pengamatan di bengkel kayu kusen tempat penelitian, jendela kayu dirakit melalui tahapan seperti Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Kusen dan Diagram Perakitan Kusen

Berdasarkan informasi pada table dan diagram di atas selanjutnya dilakukan perancangan alat bantu kerja perakitan. Salah satu tahapan penting yaitu menggambarkan sejumlah solusi yang memenuhi kriteria dan tugas tertentu yaitu pohon klasifikasi konsep. Pohon klasifikasi konsep digunakan untuk memisahkan keseluruhan penyelesaian yang mungkin, menjadi beberapa kelas berbeda yang akan memudahkan perbandingan dan pemangkasan. Pohon klasifikasi konsep alat bantu perakitan kusen kayu ditayangkan pada gambar 3.

Berdasarkan sub fungsi yang ada maka dihasilkan sebanyak 64 konsep rancangan. Namun hanya beberapa konsep yang diteruskan untuk dinilai. Proses penilaian konsep menggunakan beberapa kriteria yaitu kemudahan pengaturan ketinggian alas kerja, kesesuaian untuk merakit kusen berbagai ukuran, kemudahan pengaturan kemiringan rangka perakitan dan kemudahan dalam penggunaan, menghasilkan konsep terbaik, Konsep terpilih yaitu konsep alat bantu perakitan kusen dengan rangka alas meja perakitan berbentuk persegi empat panjang, rangka alas perakitan dapat diatur jaraknya, alat pencekam/ penjepit berupa batang berulir, kaki meja terbuat dari balok kayu, tempat mengumpan peralatan berupa kotak / laci pada umumnya dan alat pengatur kemiringan berupa batang / poros berulir. Konsep ini yang paling baik dan sesuai dengan ketentuan pada umumnya. Rangka alas perakitan yang dapat disetel memungkinkan untuk merakit kusen yang lebih besar atau ukuran khusus sesuai permintaan konsumen.



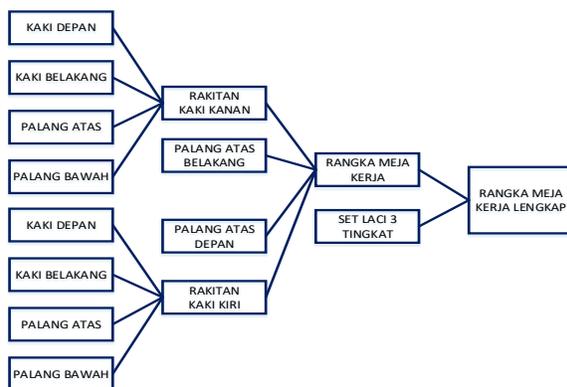
Gambar 3. Pohon Klasifikasi Konsep

Konsep terpilih selanjutnya dibuat spesifikasinya. Spesifikasi meja kerja perakitan mempertimbangkan aspek ergonomic, aspek teknis, kebiasaan tukang dan dimensi komponen produk yang sudah lebih dulu dikenal di pasaran. Spesifikasi disajikan pada table di bawah ini.

Tabel 2. Spesifikasi Unit Meja Kerja Perakitan Kusen Kayu

No	Komponen	Uraian
1.	Rangka Utama	Rangka utama berbentuk meja kerja dibuat dari bahan kayu balok kamper ukuran 6 x 6 cm. Kayu ukuran tersebut kuat dan mudah diolah. Rangka utama dirakit menggunakan sambungan pasak diperkuat sambungan paku. Rangka utama yang kokoh karena sebagai dudukan rangka alas perakitan kusen. Tinggi rangka utama 75 cm, lebar 80 cm dan panjang 140 cm. Pada kaki dipasang kaki meja yang dapat disetel sehingga menghasilkan ketinggian meja yang ergonomis.
2.	Rangka Alas Perakitan	Rangka alas perakitan berfungsi untuk meletakkan kusen yang akan dirakit. Rangka dibuat dari bahan kayu balok kamper ukuran 6 x 4 cm. Rangka alas terdiri dari komponen yang dapat digeser kedudukannya dalam jarak tertentu sehingga memungkinkan untuk merakit kusen jendela berbagai ukuran. Dimensi rangka alas perakitan adalah panjang maksimum 160 cm, lebar maksimum 80 cm. rangka alas perakitan digabungkan dengan rangka utama menggunakan 3 buah engsel lepas dan 2 unit pengatur kemiringan.
3.	Dinding meja kerja	Dinding berfungsi menutup lubang, memperkuat rangka dan menunjang aspek keindahan. Bahan untuk dinding dipilih kayu lapis tebal 2 mm. Pemilihan kayu lapis 12 mm dengan alasan mudah dalam pemotongan, ketebalan merata dan sangat mudah dirakit ke rangka utama baik menggunkan sekrup maupun paku.
4.	Catok /penjepit	Catok / penjepit berfungsi untuk memberikan tekanan pada sambungan kayu sebelum dilubangi dan dipasang pasak. Panjang penjepit 80 cm.
5.	Laci tempat menyimpan peralatan kerja	Laci tempat menyimpan peralatan kerja diletakkan di sebelah kanan meja. Ukuran laci yaitu Kotak serpihan kayu lebar 40 cm, tinggi 20 dan kedalaman 60 cm. Jenis laci bertingkat 3. Bahan laci kayu lapis 12 mm.

Proses pembuatan meja kerja perakitan kusen kayu khususnya jendela mengikuti diagram di bawah ini.



Gambar 4. Diagram Perakitan Rangka Utama



Gambar 5. Diagram Perakitan Rangka Alas Perakitan

Tahapan proses pembuatan alat bantu meja kerja perakitan kusen kayu disajikan pada beberapa gambar di bawah ini.



Gambar 6. Mengukur Bahan



Gambar 7. Merakit Rangka



Gambar 8. Membuat Coakan untuk Catok



Gambar 9. Mengebor Rangka



Gambar 10. Membulatkan Sudut Agar Aman



Gambar 11. Penyetelan Rangka



Gambar 12. Pembuatan Komponen Laci



Gambar 13. Pengecatan Rangka Alas Perakitan



Gambar 14. Pengecatan Rangka Geser Alas Perakitan



Gambar 15. Pengecatan Rangka Meja Kerja Utama



Gambar 16. Pemahatan Rangka Pintu Laci



Gambar 17. Pemasangan Knob dan Kunci Laci



Gambar 18. Unit Meja Perakitan Kusén Sisi Kiri dan Depan



Gambar 19. Mekanisme Pengatur Kemiringan Alas Perakitan



Gambar 20. Mekanisme Pengatur Lebar Alas Perakitan



Gambar 21. Mekanisme Penjepit Kusén



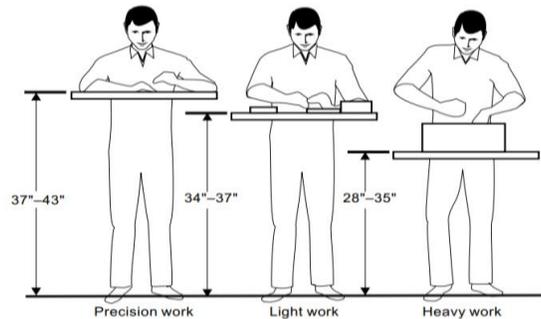
Gambar 22. Unit Lengkap Meja Kerja Perakitan Kusén

4. Pembahasan.

Berdasarkan pengamatan terhadap tukang kayu ketika mengerjakan elemen kerja tersebut, terlihat bahwa postur jongkok dan membungkuk dominan dibanding postur berdiri. Postur jongkok dan membungkuk lebih dominan dibanding postur lainnya dikarenakan proses perakitan sebagian besar dilakukan di lantai. Postur jongkok yang dilakukan ketika merakit kusén juga bervariasi. Ada postur jongkok simetris yaitu sudut badan ditumpu oleh kaki menekuk dengan sudut yang sama sehingga beban pada setiap kaki sama besar. Postur jongkok seperti ini juga ada beberapa macam yaitu kedua telapak kaki menapak dengan baik dilantai, postur jongkok salah satu kaki kaki menapak dengan baik sementara salah satu kaki tertekuk (tidak menyentuh sempurna) ke lantai. Sejumlah postur ini yang menyebabkan tukang kayu mengalami keluhan sakit pada telapak kaki, betis, lutut dan paha. Postur Keluhan

yang terjadi di bagian leher atas dan bawah disebabkan oleh karena leher lebih banyak menekuk ke bawah selama bekerja di lantai. Sedangkan keluhan di badan yaitu pada punggung dan pinggang dapat disebabkan oleh seringnya mengambil sikap kerja membungkuk. Berdasarkan kuisioner Nordic Body Map keluhan otot terjadi di sebagian besar anggota tubuh dan hal ini berkaitan sangat erat dengan postur kerja selama proses perakitan kusen jendela. Bekerja sambil berjongkok dan membungkuk menyebabkan keluhan di hampir semua bagian tubuh, terutama paha, betis, pergelangan kaki dan kaki. Bekerja di lantai membuat badan harus membungkuk dan leher menekuk ke bawah. Penilaian risiko postur kerja menggunakan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) terhadap beberapa postur kerja yang sering dilakukan oleh tukang kayu menghasilkan skor REBA tinggi 8 dan 9 yang berarti harus segera lakukan perubahan. Berdasarkan hasil diskusi dengan para tukang kayu diperoleh harapan tukang kayu terhadap kondisi kerja yang diinginkan ketika bekerja merakit kusen. Penggabungan dari tiga informasi utama dan pertimbangan teknik selanjutnya dilakukan perancangan alat bantu perakitan kusen jendela ergonomis. Meja kerja perakitan mempertimbangkan aspek ergonomi khususnya antropometri manusia sehingga dihasilkan meja kerja yang nyaman digunakan. Hal utama yaitu ketinggian alas meja kerja yang tepat sehingga postur kerja tukang kayu berdiri normal tegak. Ketinggian meja kerja menggunakan ukuran antropometri tinggi siku. Oleh karena para tukang kayu semuanya pria maka data yang digunakan adalah antropometri pria. Untuk dapat memenuhi variasi ketinggian siku kerja tukang, maka ketinggian meja dirancang untuk dapat disesuaikan dengan menambahkan kaki meja yang dapat disetel. Ketinggian siku pria berdiri pada persentil ke-5 adalah 932 mm dan persentil ke-95 adalah 1.074 mm, standar deviasi 43 mm. Tukang yang bekerja pada posisi berdiri tegak, dengan lengan atas posisi santai, posisi vertical yang dekat dengan meja, lengan bawah sedikit miring dari kedudukan horizontal. Hal ini dapat dicapai bila ketinggian tempat kerja kira-kira 50 mm di bawah tinggi siku dan ini posisi paling efektif. Namun ketinggian meja kerja juga dibagi 3 berdasarkan jenis pekerjaan. Ketinggian meja kerja 50 mm di atas siku untuk pekerjaan ringan, 50 mm di bawah siku untuk pekerjaan sedang dan 150 mm di bawah siku untuk pekerjaan berat.[1]. Pekerjaan perakitan dikategorikan pekerjaan berat. Berdasarkan pertimbangan di atas maka ketinggian meja kerja pada persentil ke-5 adalah $932 - 150 \text{ mm} = 782 \text{ mm}$. Ketinggian meja kerja pada persentil 95 yaitu $1.074 - 150 \text{ mm} = 924 \text{ mm}$. Apabila ketinggian meja kerja dapat disesuaikan pada interval ketinggian antara 782 dan 924, secara teoritis 95% kemungkinan tukang kayu merasa nyaman menggunakan meja kerja tersebut. Ketinggian meja kerja juga dapat mengikuti saran seperti Gambar 88 di bawah ini yaitu ketinggian meja kerja antara 712 mm – 889 mm. Diambil titik paling rendah 750 mm dan titik paling tinggi 905 mm. Dimensi rangka alas perakitan menyesuaikan dengan dimensi kusen jendela pada umumnya yaitu panjang maksimum 160 cm, lebar maksimum 80 cm. Rangka alas perakitan dapat dimiringkan ke atas sebesar maksimum 30° . Gambar 68. Kemiringan rangka alas perakitan dimaksudkan agar ketika tukang kayu menjangkau bagian terjauh dari kusen jendela, tubuhnya hanya sedikit membungkuk. Memiringkan alas ke arah atas juga membuat kegiatan mengebor lebih nyaman, sudut pergelangan tangan lebih kecil

serta permukaan meja kerja menjadi lebih tinggi. Kemiringan rangka alas perakitan diatur melalui batang pengatur yang dikunci oleh baut pengunci jenis baut knob Gambar 69. Meja kerja dapat digunakan untuk merakit kusen jendela dengan panjang antara 100 cm sd 140 cm. Hal tersebut dapat dilakukan karena rangka alas perakitan dilengkapi dengan mekanisme. ngatur jarak yang dapat digeser dengan mudah dan mengunci posisinya pada posisi tertentu menggunakan baut knob. Gambar 70. Untuk merakit kusen yang lebih panjang tetap dapat dilakukan dengan cara merakit kusen bagian kiri terlebih dahulu, setelah itu kusen digeser ke kiri sehingga bagian kanan dapat dirakit selanjutnya.



Gambar 26. Ketinggian Meja Kerja Berdasarkan Pekerjaan [11].

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan, pengolahan data dan perancangan unit meja kerja perakitan kusen kayu diperoleh kesimpulan sbb:

- a. Proses perakitan kusen jendela kayu secara umum terdiri dari beberapa tahapan yaitu pengukuran bahan, pemotongan, pembuatan bentuk sambungan, perakitan, pemasangan pasak, pemotongan kelebihan bahan dan terakhir pengampelasan.
- b. Keluhan biomekanik yang terjadi di sebagian besar anggota tubuh tukang disebabkan oleh karena pekerjaan perakitan dilakukan di lantai sehingga tukang mengambil postur kerja berjongkok, membungkuk dan menunduk.
- c. Skor REBA sebesar 8 dan 9 pada beberapa postur kerja rakitan termasuk berisiko tinggi sehingga perlu penyelidikan dan melakukan perubahan.
- d. Meja kerja perakitan kusen kayu hasil rancangan mempertimbangkan aspek antropometri pengguna, postur kerja dan pertimbangan teknis.
- e. Prototipe meja kerja perakitan kusen kayu hasil rancangan dapat beroperasi dan berfungsi dengan baik, kemiringan dan lebar alas perakitannya dapat diatur dengan mudah.

7. Daftar Pustaka

1. Nurmiyanto, Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya. PT. Guna Widya, Jakarta. 1998.
2. www.pengadaan.web.id/2020/05/kusen-pintu-dan-jendela-dari-kayu-alumunium-dan-upvc.html

3. Edy Muladi, Jurnal Arsitektur, Bangunan, & Lingkungan | Vol.6 No.3 Juni 2017 : 109-124
4. <https://www.google.com/search?q=rangka+jendela+kayu>
5. Ricky Rahmadyansah, Michael Tedja, Irfan Balindo Sidauruk. Perbandingan Pekerjaan Kusen Dan Pintu Bahan Kayu Dengan Bahan Alumunium. Department of Architecture, Faculty of Engineering, Binus University. ComTech Vol. 6 No. 2 Juni 2015: 301-308
6. Melati Kurniawati¹ , Rispiana , Pripurwa Mochamad Dz. Aplikasi Metode VDI 2222 Pada Proses Perancangan Alat Bantu Perakitan Four Way Entry Palletikraa. Journal of Science and Applicative Technology-Institut Teknologi Sumatera Vol.II No.2 December 2018 34 Institut Teknologi Nasional, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Bandung
7. J Dian Palupi Restuputri, M. Lukman, Wibisono. Metode REBA Untuk Pencegahan Musculoskeletal Disorder Tenaga Kerja Jurnal Teknik Industri, Vol. 18, No. 01, Februari 2017, pp. 19-28 ISSN 1978-1431 print / ISSN 2527-4112 online.
8. Iriastadi Hardianto, Yasierli, Ergonomi Suatu Pengantar, p.T. Rodakarya Bandung 2017.
9. Satalaksana, Iftikar Z. ; Ruhana Anggawisastra dan John H. Tjakraatmadja. Teknik Tata Cara Kerja. Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung. Bandung,2006.
10. Sukania I Wayan.,Julita., Oktaviangel., Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Vol. 01, No. 03, Juli-Sep 2012, UKRIDA, 277-286
11. Kroemer Karl, Henrike Kroemer, dan Katrin Kroemer-Elbert.(2001). Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency. 2nd ed . Prentice Hall of International Series.New Jersey.
12. Ulrich. Eppinger, Perancangan dan Pengembangan Produk, diterjemahkan oleh Nora Azmi, Iveline Anne Marie, Salemba Teknika, Jakarta, 2001.
13. <https://supplierkayuindonesia.com/ukuran-kayu/ukuran-standar-kusen-pintu-jendela>. Diakses tgl 10 januari 2021.
14. Grandjean E. Fitting The Task To The Man. Taylor and Francis. London England 1982:.

SERTIFIKAT

B/13/UN14.2.5.V.3/PT.01.06/2021

Diberikan Kepada :

I WAYAN SUKANIA

Sebagai :

PERSERTA PEMAKALAH

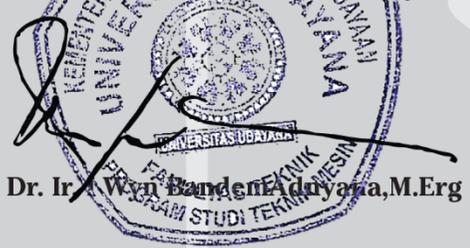
Dalam Kegiatan :

Konferensi Nasional Engineering Perhotelan

yang dilaksanakan pada 25 Juni 2021

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Udayana



Dr. Ir. Wan Bandem Adnyana, M.Erg



National
Battery
Research
Institute



Panitia KNEP 2021
Ketua,



Dr. Ir. I Ketut Suarsana, MT