

Perancangan *Foldable Wall-Mounted Workbench* untuk Memudahkan Pekerjaan Tukang Kayu

Ojo Kurdi^{a, b, *}, Djoeli Satrijo^a, Toni Prahasto^a, Rifky Ismail^a, Damar Yusuf Sutrisno^a

^aDepartemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

^bNational Center for Sustainable Transportation Technology, Indonesia
Center for Research and Community Services (CRCS) Building, Lv. 2, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesa No.10, Kota Bandung
Jawa Barat 40132

*Email: ojokurdi@ft.undip.ac.id

Abstract

Workbench is a device that supports all the project of carpenter. Good workbench have to help the Carpenter completed their jobs effectively. Standard workbench has the limitation and it can not help carpenter perfectly. Therefore, it is necessary to redesign the standard workbench in order to enhance its performance. The objective of this paper is to design the workbench that efficient for the small rooms. The design process used the systematic approach where all the stages are related and continuously each others. The first stage of design process is identification problem, continued by the conceptual design, making the decision matrix for the entire alternative models and the last step is evaluation. The result of the process is the final design that has these criteria, frame-mounted hinge, square hollow steel frame, support components with door mechanism, face vise with large diameter handle. The model has the highest mark compared to others alternative models. Stress analysis of finite element simulation result also shows that the model is safe and it can withstand all the loads during the operation.

Keywords: *workbench, carpenter, product design, alternative model*

Abstrak

Workbench adalah salah satu peralatan yang penting dalam pertukangan kayu sebagai tempat melakukan sebagian besar pekerjaan pertukangan. *workbench* dinilai baik jika dapat membuat pekerjaan perajin menjadi efektif dan efisien. Dengan banyaknya jenis pekerjaan perajin kayu, belum lagi kebutuhan dan keterbatasan yang dimiliki tiap individu perajin, menjadikan *workbench* standar yang sudah beredar secara umum dinilai kurang dalam memenuhi kebutuhan sebagian perajin. Untuk itu diperlukan *workbench* yang dapat membantu tukang kayu untuk mengerjakan semua pekerjaan yang diperlukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sebuah *workbench* yang sesuai untuk perajin dengan keterbatasan ruang. Proses perancangan dilakukan dengan pendekatan sistematis dimana setiap tahapan proses adalah berkelanjutan dan berhubungan, dimulai dari proses identifikasi permasalahan hingga evaluasi hasil rancangan. Hasil akhir proses perancangan adalah konsep *workbench* lipat dengan aplikasi *frame-mounted hinge, square hollow steel frame*, kaki dengan mekanisme *door*, dan *face vise* dengan *large diameter handle* memiliki nilai tertinggi dalam pemenuhan keinginan konsumen. Hasil simulasi struktur juga menunjukkan bahwa *workbench* hasil rancangan ini dapat menahan beban saat kondisi operasi dan dinilai layak.

Kata kunci: *workbench, tukang kayu, perancangan produk, model alternatif*

1. Pendahuluan

Industri perkayuan pada dasarnya merupakan penerapan teknologi kayu pada skala ekonomis untuk meningkatkan produktivitas hasil secara efisien [1]. Industri pengolahan kayu di Indonesia merupakan barometer peningkatan perekonomian nasional dan faktor kunci dalam upaya meningkatkan penerimaan negara dari sektor kehutanan [2]. Salah satu produk olahan kayu yang paling umum dijumpai adalah furnitur. Furnitur adalah istilah yang digunakan untuk perabot rumah tangga yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan barang, tempat duduk, tempat tidur, tempat mengerjakan sesuatu dalam bentuk meja atau tempat menaruh barang di permukaannya [3].

Produk olahan kayu seperti furnitur agar memiliki nilai yang lebih daripada produk serupa lainnya tidak lepas dari kualitas produk itu sendiri, dimana kualitas ini sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor pada saat proses pembuatannya. Di samping keterampilan dan pengalaman perajin kayu yang merupakan faktor utama, peralatan yang digunakan juga menjadi faktor yang patut diperhitungkan. Salah satu peralatan mendasar bagi seorang perajin kayu adalah *workbench*

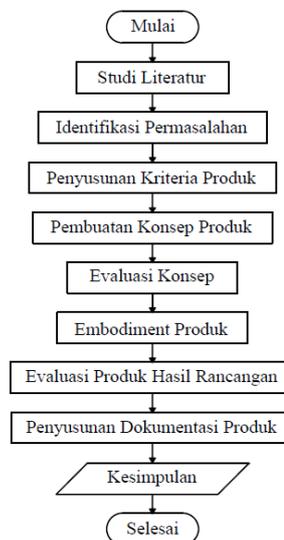
atau meja kerja. Workbench adalah peralatan dasar dalam dunia pertukangan kayu yang merupakan tempat dimana semua pekerjaan dilakukan, dan tanpa adanya workbench tersebut akan sulit untuk menyelesaikan suatu pekerjaan [4].

Workbench yang dinilai baik adalah workbench yang sesuai dengan kebutuhan penggunaannya [5], yang dapat membantu perajin dalam membuat pekerjaannya menjadi efektif dan efisien. Di sisi lain, pekerjaan yang dilakukan oleh tiap individu perajin berbeda-beda berdasarkan pada produk yang dihasilkan oleh perajin tersebut. Dengan demikian maka workbench yang dinilai baik adalah relatif untuk setiap individu perajin berdasarkan pada kebutuhan dan keterbatasan masing-masing. Hal ini berarti bahwa workbench yang dijual secara umum di pasaran, baik yang berupa workbench siap pakai atau yang berupa plan perancangan sebagai panduan untuk melakukan proyek *do it yourself* masih dinilai kurang dari sudut pandang fungsi bagi sebagian perajin kayu. Maka diperlukan suatu pekerjaan proses perancangan yang secara spesifik ditujukan bagi individu atau sekelompok individu perajin dengan kebutuhan dan keterbatasan yang sama.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang satu workbench yang sesuai bagi perajin kayu yang memiliki keterbatasan ruang kerja, yaitu yang masih menggunakan ruang lain sebagai ruang kerja sementara. Dengan dirancangnya workbench ini, diharapkan perajin dengan keterbatasan yang demikian memiliki ruang yang lebih luas ketika tidak sedang bekerja. Tentunya workbench ini juga harus tetap memenuhi fungsi-fungsi dasarnya yaitu tetap dapat mengunci benda kerja dalam berbagai posisi dan kuat menopang beban kerja pada saat digunakan.

2. Metodologi

Proses perancangan yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode sistematis, artinya metode pemecahan masalah teknik menggunakan tahap analisis dan sintesis [6]. Analisis adalah penguraian sistem yang kompleks menjadi elemen-elemen serta mempelajari karakteristik masing-masing elemen tersebut beserta korelasinya. Sintesis adalah penggabungan elemen-elemen yang telah diketahui karakteristiknya untuk menciptakan suatu sistem baru. Pada metode perancangan sistematis, suatu tahap merupakan kelanjutan dari tahap sebelumnya dan menjadi acuan tahap selanjutnya. Penelitian ini menggunakan langkah-langkah proses seperti yang tertera dalam buku Pengantar Perancangan Teknik oleh H. Darmawan Harsokoesoemo [7]. Diagram alir proses perancangan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses perancangan *workbench*

Langkah awal proses perancangan adalah studi literatur, yaitu dengan mencari referensi yang relevan tentang produk yang akan dibuat dan bagaimana langkah-langkah proses perancangan yang benar di dalam *textbook*, artikel, maupun jurnal ilmiah terkait. Identifikasi permasalahan adalah langkah dimana semua hal yang berkaitan dengan perancangan *workbench* disatukan dan dikaji, meliputi data-data seperti untuk siapa dan mengapa produk tersebut dibuat, serta apa saja batasan dan kriteria yang harus dipenuhi produk. Kriteria produk merupakan hasil kajian dari proses sebelumnya yang berupa susunan hal apa saja yang harus dipenuhi produk dengan skala prioritasnya. Pembuatan konsep produk merupakan langkah untuk mencari alternatif konsep yang memenuhi kriteria sebanyak mungkin berdasarkan tiap bagian fungsi produk. Evaluasi konsep dilakukan setelah semua alternatif konsep dikumpulkan untuk menentukan satu konsep terbaik dalam memenuhi kriteria produk dan akan dikembangkan menjadi produk. *Embodiment* produk adalah proses untuk memberikan wujud pada konsep dengan bentuk, dimensi, dan fungsi yang sebenarnya menggunakan *software* CAD. Evaluasi kembali dilakukan untuk mengetahui apakah produk hasil rancangan sudah dapat bekerja dengan baik dan memenuhi kriteria yang ditentukan sebelumnya. Pembuatan dokumentasi produk tidak tercakup dalam penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penyusunan Kriteria Keinginan Konsumen

Perajin dengan ruang terbatas memerlukan *workbench* yang dapat menghemat ruang ketika tidak sedang digunakan. Solusi yang tersedia salah satunya adalah dengan menggunakan *workbench* lipat yang umum dijual di pasaran. Akan tetapi *workbench* ini dinilai masih kurang kokoh untuk menahan beban kerja karena bentuknya yang relatif kecil dan ramping. Solusi lainnya adalah dengan memilih *workbench* tradisional, yaitu yang berbahan kayu tetapi ukurannya dibuat lebih kecil. Solusi ini dinilai baik dalam segi struktur tetapi masih tetap memerlukan ruang penyimpanan yang relatif sehingga masih belum memenuhi kebutuhan konsumen. Contoh tersebut adalah sebagian dari keinginan dan keterbatasan konsumen, tentunya masih banyak keinginan-keinginan dan batasan-batasan lain yang perlu untuk dijadikan pertimbangan perancangan. Untuk lebih memahami keinginan konsumen maka perlu diidentifikasi terlebih dahulu siapa saja konsumen yang akan dijadikan objek. Menurut Harsokoesoemo, konsumen adalah meliputi pengguna dan pihak pembuat. Keinginan dari tiap-tiap konsumen kemudian disatukan dan diberi penilaian tingkat prioritas. Tabel 1 adalah daftar kriteria keinginan konsumen yang sudah dirangkum dan diberi penilaian tingkat prioritas.

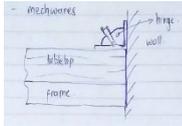
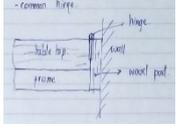
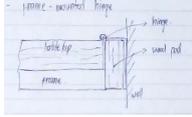
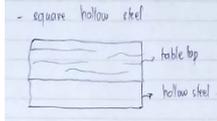
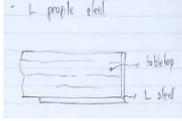
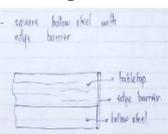
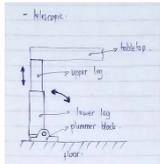
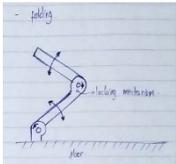
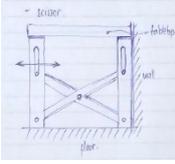
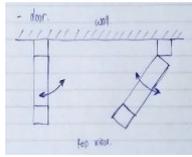
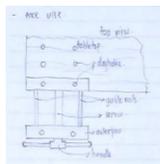
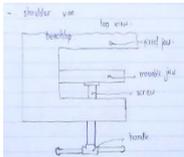
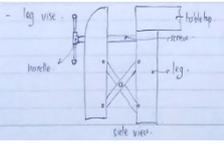
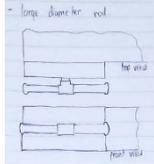
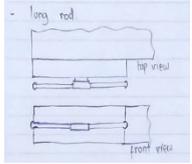
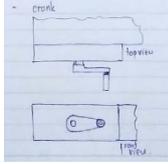
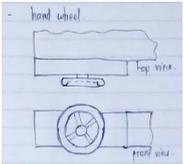
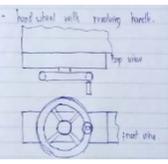
Tabel 1. Daftar keinginan konsumen berdasarkan prioritas

No	Keinginan Pelanggan	Skor
1	Dapat dilipat / digantung di dinding	14
2	Mudah dalam penggunaan	13
3	Ergonomis	11
4	Mekanisme sederhana	11
5	Dapat menahan beban operasional	10
6	Memiliki <i>front vise</i>	10
7	Proses manufaktur sederhana	8
8	Mudah dalam perawatan	7
9	<i>Workpiece coverage</i>	6
10	<i>Minimum cost</i>	6
11	Memiliki <i>visual</i> yang baik	4
		100

3.2 Pembuatan Konsep

Proses pembuatan konsep produk meliputi pencarian alternatif tiap bagian fungsi *workbench* dari produk dan mekanisme yang sudah umum maupun dari ide orisinal perancang. Bagian fungsi *workbench* yang dicarikan alternatifnya adalah *hinge*, *tabletop frame*, *leg*, *vise*, dan *vise handle*. *Hinge* adalah engsel yang digunakan untuk melipat *tabletop* pada *workbench* ketika sedang tidak digunakan. *Tabletop frame* adalah rangka penguat kayu *tabletop*, dimana komponen ini yang membedakan *tabletop* pada *workbench* ini dengan *tabletop workbench* pada umumnya yang hanya berupa kayu tebal. Kayu *tabletop* untuk *workbench* ini dikurangi ketebalannya tetapi diberi penguat berupa rangka baja agar tetap dapat menahan beban kerja berupa benda kerja dan peralatan yang diletakkan di atasnya [8]. *Leg* adalah mekanisme kaki yang juga dapat dilipat. *Vise* adalah jenis pencekam atau ragum yang akan diaplikasikan pada *workbench* sedangkan *vise handle* adalah komponen pada *vise* untuk menutup atau membuka rahang *vise*. Tabel 2 menunjukkan bagian fungsi *workbench* beserta alternatif tiap bagian fungsi tersebut.

Tabel 2. Putaran *spindle, thrust axial force, dan power motor servo*

No.	Bagian Fungsi	Alternatif			
1	Hinge	a. <i>Mechware hinge</i> 	b. <i>Common Hinge</i> 	c. <i>Frame-mounted</i> 	
		a. <i>Square hollow steel</i> 	b. <i>L profile steel</i> 	c. <i>Square hollow steel with edge barrier</i> 	
		a. <i>Telescopic</i> 	b. <i>Folding</i> 	c. <i>Scissor</i> 	d. <i>Door</i> 
4	Front vise	a. <i>Face vise</i> 	b. <i>Shoulder vise</i> 	c. <i>Leg vise</i> 	
		a. <i>Large diameter rod</i> 	b. <i>Long rod</i> 	c. <i>Crank</i> 	
		d. <i>Handwheel</i> 	e. <i>Handwheel with revolving handle</i> 		

3.3 Evaluasi Konsep

Konsep produk merupakan kombinasi dari tiap alternatif bagian fungsi sehingga akan diperoleh banyak sekali alternatif konsep. Evaluasi konsep dilakukan dalam tiga tahap. Pertama adalah dengan penilaian berdasarkan perasaan perancang akan kelayakan alternatif tersebut. Dari tahap ini dieliminasi beberapa alternatif yang dinilai tidak layak. Pertimbangan penilaian pada tahap ini adalah:

- Hinge, mechware* dan *common hinge* dieliminasi karena dinilai tidak dapat menahan beban kerja karena sambungan kedua *hinge* ini berada pada kayu *tabletop* sehingga kemungkinan akan terjadi goyangan pada saat *workbench* digunakan. *Frame-mounted hinge* terpasang secara permanen pada *frame tabletop* yang dengan las, sehingga *frame-mounted hinge* ini dinilai paling layak.

- b. *Frame, frame* yang dinilai paling layak adalah *square hollow steel*. Hal ini karena beban yang bisa ditahan *square hollow steel* lebih besar daripada *L profile*, sedangkan dalam hal pembuatannya lebih mudah daripada *square hollow steel with edge barrier*.
- c. *Vise, leg vise* dinilai tidak mungkin diaplikasikan karena pada *workbench* ini kaki terpisah dengan *tabletop* sehingga akan terjadi ketidakstabilan pada saat operasi. *Vise* yang dinilai layak adalah *face vise* dan *shoulder vise*.
- d. *Leg, folding leg* dieliminasi karena mekanisme yang rumit dan rentan terhadap beban kerja sehingga *leg* yang dinilai layak adalah *telescopic, scissor, dan door*.
- e. *Handle, long rod* dieliminasi karena dinilai kurang nyaman digunakan sedangkan *crank* dieliminasi karena dinilai kurang sesuai karena biasanya *handle* jenis ini digunakan pada *milling vise* dan belum ditemukan aplikasi pada *workbench vise*. *Handle* yang dinilai layak hanya *handle* tipe large diameter, *handwheel*, dan *handwheel with revolving handle*.

Dengan demikian, maka alternatif konsep dapat dipersempit dengan hanya memvariasikan vise, leg dan vise handle.

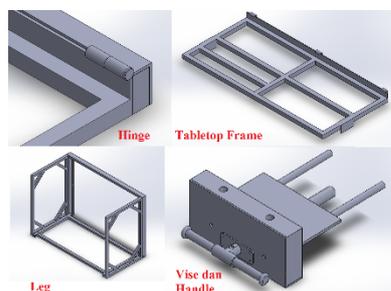
Langkah kedua yang dilakukan adalah evaluasi dengan penilaian ya atau tidak. Penilaian keputusan ya dan tidak dilakukan dengan membandingkan tiap alternatif konsep dengan tabel keinginan pelanggan. Penilaian ini bersifat absolut, yaitu dengan mempertimbangkan kemampuan konsep terhadap pemenuhan keinginan konsumen. Setelah melakukan penilaian didapatkan empat alternatif konsep yang layak untuk dilanjutkan sebagai berikut:

- a. Alternatif 1 : *Face vise, scissor leg, large handle*.
- b. Alternatif 2 : *Face vise, scissor leg, handwheel*.
- c. Alternatif 3 : *Face vise, door leg, large handle*.
- d. Alternatif 4 : *Face vise, door leg, handwheel*.

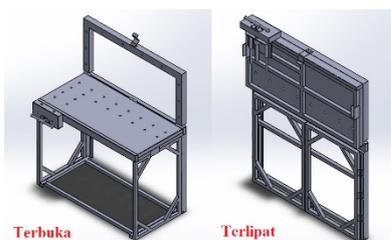
Penilaian terakhir dilakukan dengan menggunakan matriks keputusan dasar. Matriks keputusan dasar adalah metode penilaian dengan membandingkan alternatif-alternatif berdasarkan pemenuhan kriteria keinginan pelanggan yang sifatnya relatif. Penilaian pada tahap ini adalah proses yang dimodifikasi dari proses penilaian menggunakan matriks keputusan dasar pada literatur referensi. Pada literatur, penilaian dilakukan dengan memilih satu alternatif sebagai referensi kemudian alternatif lain dibandingkan dengan referensi tersebut dengan memberi nilai + (lebih baik), S (sama), dan - (lebih buruk). Penilaian dalam artikel ini menggunakan alternatif 1 sebagai referensi, kemudian alternatif lainnya dibandingkan dengan cara memberikan nilai 2 (sangat lebih baik), 1 (lebih baik), S (sama), -1 (lebih buruk), dan -2 (sangat lebih buruk). Dengan penilaian demikian, perbandingan tidak hanya dilakukan antara satu alternatif dengan alternatif referensi, tetapi juga dapat dibandingkan antar alternatif. Tabel 3 menunjukkan penilaian dengan matriks keputusan dasar.

3.3 Embodiment Produk

Pemberian bentuk fisik pada konsep yang telah dibuat dilakukan dengan *software Solidworks*. Pemberian bentuk fisik ini menggunakan dimensi dan mekanisme yang akan digunakan pada *workbench* yang sesungguhnya. Gambar 2 menunjukkan bentuk fisik tiap bagian fungsi *workbench*. Gambar 3 menunjukkan *workbench* secara utuh dalam kondisi kerja a /terbuka dan kondisi tertutup/terlipat.



Gambar 2. Bagian fungsi *workbench*



Gambar 3. *Workbench*

Workbench yang telah selesai dirancang memiliki dimensi saat terbuka yaitu tinggi 1595mm, panjang 1200mm, dan lebar 730,5mm, sedangkan pada saat kondisi dilipat tingginya 1593,5mm, panjang 1200mm, dan lebar 191mm. Tinggi permukaan meja dari lantai 900mm, dengan ukuran luas meja kerja 1200x580mm. Jangkauan jepit *vise* adalah 165mm dengan lebar *vise* sebesar 310mm.

3.4 Evaluasi Hasil Perancangan

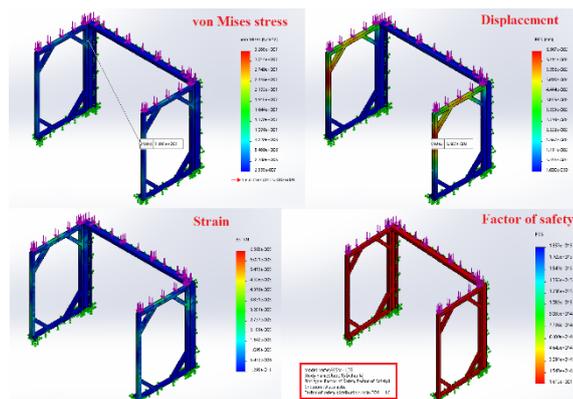
Evaluasi produk hasil rancangan yang dilakukan adalah dengan simulasi beban statis menggunakan *software Solidworks*. Simulasi dilakukan untuk mengetahui kondisi respon struktur kaki terhadap beban yang diberikan, berupa berat *tabletop*. Langkah pertama dalam proses evaluasi adalah dengan menghitung berat masing-masing komponen pada *tabletop*. Perhitungan massa dilakukan dengan mengalikan densitas dengan volume tiap komponen, dimana volume ini diketahui secara langsung dari *software Solidworks*. Densitas komponen tergantung pada jenis material yang digunakan. Nilai massa kemudian dikalikan dengan percepatan gravitasi untuk mendapatkan gaya atau berat. Tabel 4 menunjukkan perhitungan massa tiap komponen *tabletop*.

Tabel 4. Perhitungan massa

No	Nama Komponen	Jumlah	Material	Densitas (kg/m ³)	Volume (m ³)	Massa (kg)
1	<i>Tabletop Wood</i>	1	Kayu	597,8	2,614E-02	15,628
2	<i>Inner Jaw</i>	1	Kayu	597,8	2,516E-03	1,504
3	<i>Guide Rod</i>	2	<i>Stainless Steel</i>	7800	7,575E-05	1,182
4	<i>Lead Screw</i>	1	Baja	7850	1,606E-04	1,261
5	<i>Vise Base</i>	1	Baja	7850	5,206E-04	4,087
6	<i>Outer Jaw</i>	1	Kayu	597,8	1,954E-03	1,168
7	<i>Outer Jaw Base Plate</i>	1	Baja	7850	2,238E-04	1,757
8	<i>Bearing</i>	1	Baja	7850	3,357E-06	0,026
9	<i>Bearing Holder</i>	1	Baja	7850	9,550E-06	0,075
10	<i>Tee</i>	1	<i>Cast Iron</i>	7200	1,911E-05	0,138
11	<i>Handle</i>	1	Kayu	597,8	7,356E-05	0,044
12	<i>Handle Pin</i>	1	Kayu	597,8	5,544E-06	0,003
13	<i>Tabletop Frame</i>	1	Baja	7850	5,507E-03	43,231
14	<i>Wall-mounted Hinge</i>	1	Baja	7850	6,701E-04	5,260
15	<i>Hinge Shaft</i>	3	Baja	7850	7,682E-06	0,181
16	<i>Hinge Pad</i>	1	Kayu	597,8	2,651E-03	1,585
17	<i>Snap Ring</i>	3	Baja	7850	4,687E-08	0,001
Massa Total						77,131

Semua material kayu yang digunakan adalah kayu jati. Densitas kayu jati adalah 0,5978 g/cm³ [9], jika dikonversi ke dalam satuan kg/m³ nilainya menjadi 597,8 kg/m³. Sebagian besar material logam yang digunakan adalah baja *grade ST37* yang ekuivalen dengan baja AISI 1045 [10]. Selain itu, digunakan juga material logam baja *stainless steel* dan *gray cast iron*. *Software Solidworks* sudah memiliki data densitas material untuk logam-logam tersebut, yaitu 7850 kg/m³ untuk baja AISI 1045, 7800 kg/m³ untuk *stainless steel*, dan 7200 kg/m³ untuk *gray cast iron*. Dari perhitungan yang dilakukan, diperoleh massa seluruh komponen yang ditopang oleh mekanisme kaki yaitu sebesar 77,131 kg. Gaya yang diterima mekanisme kaki adalah massa beban dikalikan percepatan gravitasi sehingga nilainya menjadi 756,654 N.

Hasil simulasi yang dilakukan dinyatakan dalam empat poin, yaitu *von Mises stresses*, *displacement*, *strain*, dan *Factor of Safety*. Nilai tegangan *von Mises* maksimum adalah sebesar 3,288x10⁷ N/m². Tegangan terbesar terjadi pada bagian sambungan engsel yang dilas pada daun engsel di bagian *legs*, yaitu kaki yang dapat dibuka-tutup. Nilai tegangan ini masih jauh dibawah nilai *yield strength* material yaitu sebesar 5,300x10⁸ N/m² sehingga struktur kaki masih dinilai aman dan dapat menahan beban *tabletop*. Nilai *displacement* terbesar yang dialami benda adalah 6,667x10⁻² mm atau sama dengan 0,067 mm di bagian depan kedua kaki yang dapat dilipat. *Displacement* yang dialami kaki *workbench* adalah berupa lengkungan meskipun dalam jumlah yang sedikit dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. *Strain* terbesar yang dialami struktur kaki *workbench* adalah 6,568x10⁻⁵. Nilai *factor of safety* terkecil adalah 1,612x10¹ atau sama dengan 16,1. Nilai *factor of safety* yang demikian dinilai terlampaui besar untuk struktur pada umumnya, tetapi karena beban yang digunakan dalam simulasi hanya beban *tabletop*, nilai ini dinilai masuk akal karena dipastikan akan dapat menahan beban kerja ketika *tabletop* sudah diberi benda kerja dan *tool*. Proses evaluasi produk hasil rancangan sudah selesai pada tahap ini. Diketahui bahwa struktur sudah cukup kuat dinilai layak sebagai *workbench* siap pakai sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan baik dalam desain maupun struktur. Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi.



Gambar 4. Hasil simulasi

4. Kesimpulan

Dari proses perancangan yang dilakukan dari identifikasi permasalahan hingga evaluasi produk hasil rancangan, alternatif 3 adalah konsep produk yang terbaik, yaitu *workbench* yang menggunakan *frame-mounted hinge*, *square hollow steel frame*, mekanisme kaki *door*, *face vise*, dan *large diameter rod vise handle*. Evaluasi produk yang dilakukan dengan menggunakan simulasi beban statis menunjukkan hasil berupa tegangan *von Mises* maksimum sebesar $3,288 \times 10^7$ N/m², *displacement* maksimum adalah sebesar 0,067 mm, *strain* maksimum adalah sebesar $6,568 \times 10^{-5}$, dan nilai *factor of safety* sebesar 16,1. Berdasarkan hasil simulasi tersebut, *workbench* yang dirancang dinilai layak untuk digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] Istoto, Yudo E.B. dan Listyanto, T., 2009, "Strategi Industri Perakayuan Nasional: Prioritas Rasionalisasi Teknologi Kayu Masa depan," Prosiding Seminar MAPEK XII, Bandung, Indonesia.
- [2] Adha, R.K., 2019, "Jenis Kayu dan Limbah di Industri Perakayuan Kabupaten Deli Serdangm" Skripsi, Universitas Sumatera Utara.
- [3] Irawan, Y., Rahmalisa, U., Wahyuni, R., Devis, Y., 2019, "Sistem Informasi Penjualan Furniture Berbasis Web Pada CV. Satria Hendra Jaya Pekanbaru," JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia, 1(2): 150–159.
- [4] Landis, Scott., 1987, "The Workbench Book," The Taunton Press, Inc., Connecticut.
- [5] Bob, V., 2020, "The Basic Workbench," www.bobvila.com/articles/2054-the-basic-workbench, diakses: 22 Desember 2020.
- [6] Beny, K., 2007, "Perancangan Multi Spindel 4 Collet Untuk Pembuatan Lubang Diameter Maksimum 10 mm PCD 90mm Dengan Metode VDI 2221," Tugas Akhir, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- [7] Harsokoesoemo, H.D., 2004, "Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)," Edisi ke-2, Penerbit ITB, Bandung.
- [8] Garret, H., 2012, "A Workbench Thirty Years in the Making," Fine Woodworking Best Workbenches, The Taunton Press, Inc., Newtown.
- [9] Rusnaldy, 2014, "Proses Bubut pada Berbagai Jenis Kayu untuk Furnitur," Jurnal Energi dan Manufaktur, 7(2): 119–224.
- [10] Junaidi, 2018, "Characteristics of St.37 Steel Materials with Temperature and Time on Heat Treatment Test using Furnace," International Journal of Innovative Science and Research Technology, 3(4): 49–53.