

Analisa Kekuatan Desain Meja Kursi Lipat dengan Simulasi Komputer

Jatmoko Awali^{1)*}, Jatmiko Awali¹⁾, Dicky Adi Tyagita¹⁾, Moch. Agus Choiron¹⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya
Jalan. Mayjend Haryono 167, Malang 65145. Indonesia
mokoelui@gmail.com

Abstrak

Desain meja dan kursi biasanya dibuat dengan fungsi yang terpisah. Pada studi ini akan dibuat produk yang menggabungkan meja dan kursi agar multi-fungsi dengan desain lipat sehingga bisa menghemat ruang. Multifungsi ini memberikan kebebasan pengguna merubah desain meja kursi lipat ini menjadi kursi atau meja. Desain menggunakan dimensi yang dikaji secara ergonomik agar dapat digunakan secara fungsional untuk pangsa pasar utama untuk bisnis makanan yang menggunakan media duduk lesehan. Desain ini dimodelkan dengan bantuan software ANSYS 14.5 dimana desain dimodelkan secara 3 dimensi (3D). Model material memakai 2 model yaitu kayu jati untuk desain berharga tinggi dan polipropilena untuk desain berharga lebih ekonomis. Beban operasi diaplikasikan arah aksial sebesar 100 kg menyesuaikan dengan asumsi berat tubuh rata-rata maksimal orang Indonesia. Dari hasil simulasi, besar tegangan operasional masih dapat menerima beban maksimum tanpa terjadi kerusakan sesuai dengan kriteria kegagalan von-misses. Lokasi besar tegangan kritis terdapat pada bagian tumpuan tangan sehingga nantinya dapat diperbaiki dengan memperbesar inersianya. Ergonomik yang dilakukan memberikan batas range pemakaian meja kursi lipat ini untuk orang dengan tinggi rata-rata 160 cm dan memiliki sudut sandaran 70 derajat.

Kata kunci: Meja kursi, pemodelan 3 dimensi, ergonomik, tegangan von-misses

Abstract

Design for tables and chairs are usually made with a separate function. In this study, it will be made a product that combines a table and chairs so that space can be saved. This multifunctional gives the user freedom to change the design of this folding chair into a desk chair or a table. The dimension of the design is examined ergonomically in order to be used functionally for major market share for business meals using the media to sit cross-legged. This design is modeled with the help of ANSYS 14.5 software where design modeled 3-dimensional (3D). The model using 2 materials namely: with teak for the design of high price and polypropylene for more economically price. Operating load applied to the axial direction of 100 kg with assuming an average body weight of a maximum of Indonesian. From the simulation results, a large operating stress can still receive the maximum load without damage in accordance with the criteria of failure von-misses. The location is great critical stress found on the pedestal hand so that later can be improved by increasing inertia. Ergonomic done to give the range limit usage table folding chairs for people with average height of 160 cm and has a backrest angle of 70 degrees.

Keywords: Desk chair, three-dimensional modeling, ergonomics, stress von-misses

1. PENDAHULUAN

Perencanaan dan pengembangan produk adalah salah satu aspek yang sangat penting dalam bidang manufaktur. Perencanaan dan pengembangan produk yang tepat akan meningkatkan nilai ekonomi dari produk yang dikembangkan baik dari segi kuantitas produksi, harga jual produk dan keuntungan yang akan didapatkan. Dalam mendesain suatu produk, fokus ditujukan secara detail mengenai fungsi-fungsi dari produk yang didesain [1]. Produk yang akan direncanakan dan dikembangkan adalah meja dan kursi yang pada umumnya diproduksi dengan fungsi yang terpisah, digabungkan menjadi satu produk. Produk ini didesain multifungsi yaitu dapat difungsikan sebagai meja dan kursi yang dapat dilipat sehingga menghemat ruang.

Dalam mendesain meja kursi lipat ini perlu mempertimbangkan beberapa aspek seperti: antropometri orang Indonesia sebagai acuan ergonomik; material yang dipakai; serta kekuatan desain meja dan kursi lipat. Antropometri tubuh orang Indonesia digunakan sebagai dasar pemilihan dimensi

* Penulis korespondensi, HP: 082341587710
Email: mokoelui@gmail.com

pembuatan meja kursi lipat. Dari dimensi yang telah dipilih dirancang bentuk meja kursi lipat yang ergonomik. Desain meja kursi lipat ini dikaji secara ergonomik sehingga dapat digunakan pada bisnis rumah makan lesehan, kos-kosan, rumah tangga, serta dapat dibawa saat berwisata atau pergi ke pantai.

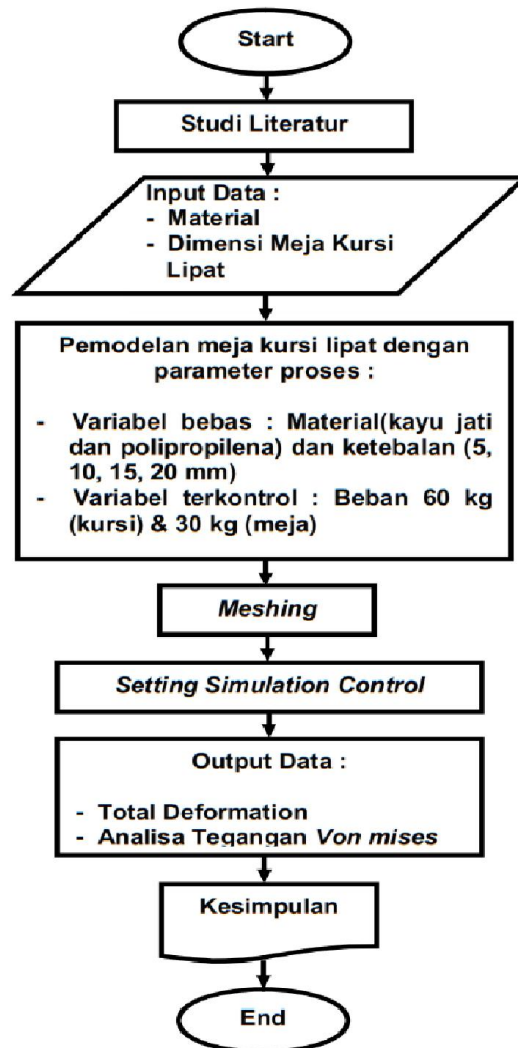
Terdapat 2 material yang dipakai dalam desain ini yaitu kayu jati untuk desain berharga tinggi dan polipropilena untuk desain berharga lebih ekonomis. Pemilihan ke-2 material ini didasarkan pada beban operasi yang umumnya ditemui pada meja dan kursi di Indonesia akibat posisi tubuh manusia saat melakukan suatu pekerjaan.

Salah satu solusi alternatif untuk melakukan penelitian adalah melalui simulasi komputer. Simulasi komputer dapat meningkatkan pengertian tentang besar tegangan operasional yang masih dapat menerima beban maksimum tanpa terjadi kerusakan sesuai dengan kriteria kegagalan von-mises dan mengurangi jumlah eksperimen yang harus dilakukan untuk menguji kekuatan meja kursi lipat.

Kekuatan desain meja kursi lipat ini akan diuji dengan pemodelan 3 dimensi menggunakan *software* Ansys 14,5. Dari latar belakang tersebut di atas, maka dalam simulasi 3 dimensi yang akan dilakukan perlu ditetapkan dimensi meja kursi lipat yang ergonomis untuk kedua material yang telah ditentukan sebelumnya.

2. METODE

Untuk mengetahui total deformasi yang terjadi, simulasi komputer dilakukan dengan memodelkan desain meja kursi lipat secara 3 dimensi dengan memanfaatkan *software* berbasis metode elemen hingga yaitu Ansys 14,5. Langkah-langkah yang dilakukan dijelaskan oleh diagram alir pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram alir penelitian.

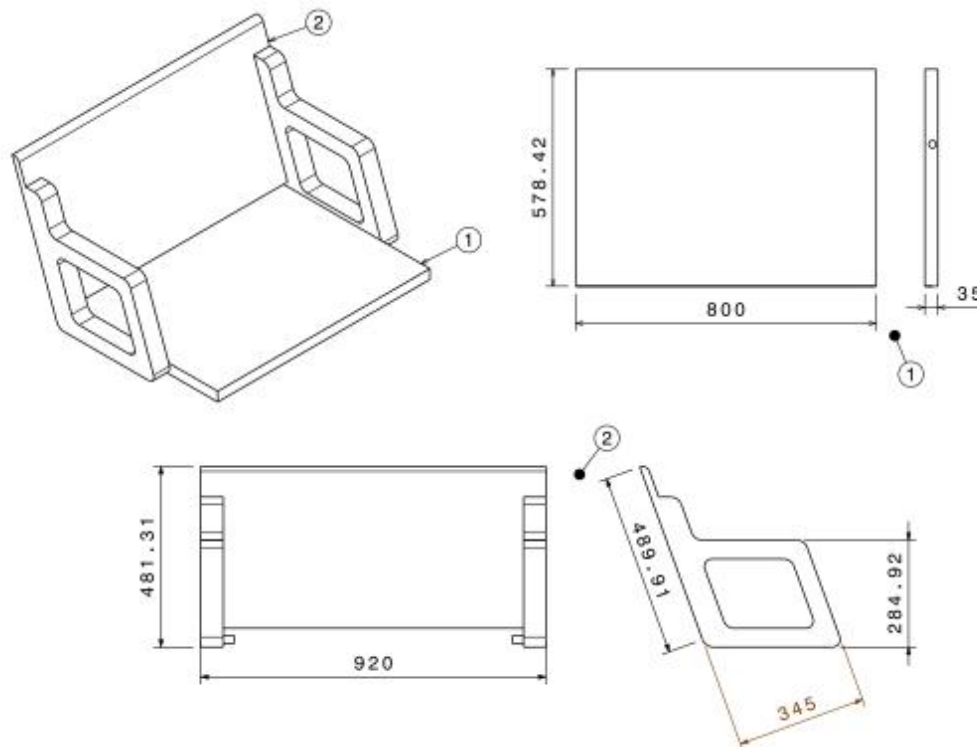
2.1. Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas:
 - Material (kayu jati dan polipropilena)
 - Ketebalan (5, 10, 15,dan 20 mm)
2. Variabel terikat :
 - defleksi
 - tegangan geser maksimum
 - von-misses
3. Variabel Terkontrol :
 - beban 60 kg

2.2. Spesifikasi Material Meja kursi Lipat

Bahan yang digunakan pada meja kursi lipat ini adalah kayu jati dan polipropilena dengan dimensi seperti Gambar 2.



Gambar 2 Dimensi meja kursi lipat.

Berikut sifat material dari kayu jati dan polipropilena.

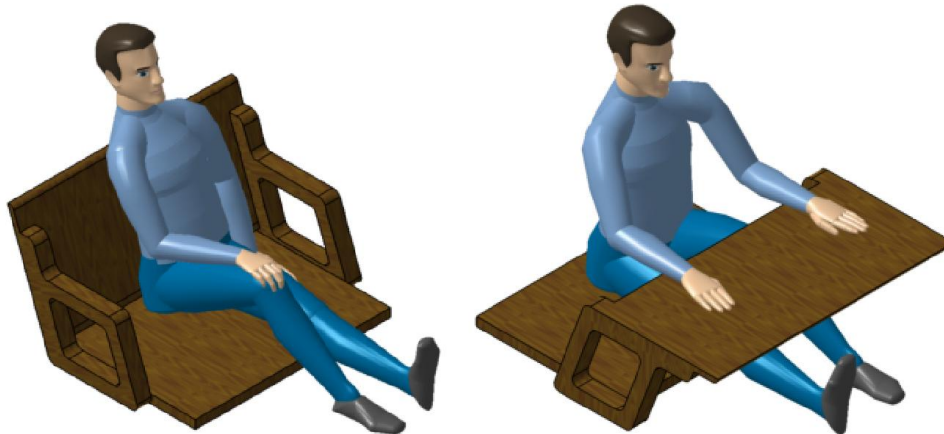
1. Kayu jati
Sifat mekanik material uji [2] :

Densitas	= 630 Kg/m ³
Modulus Elastisitas	= 12.5 GPa
Kekuatan Tekan	= 57 MPa
Modulus of Rupture	= 100,54 MPa
Poisson's ratio	= 0,42
2. Polipropilena
Sifat mekanik material uji :

Densitas	= 890 Kg/m ³
Modulus Elastisitas	= 1.78 GPa
Kekuatan Tarik	= 33.1 MPa
Poisson's ratio	= 0,35

2.3. Pemodelan Pembebanan

Pembebanan dimodelkan secara 3 dimensi dengan mengasumsikan 2/3 dari rata-rata beban tubuh masyarakat Indonesia pada sandaran kursi. Sedangkan pada posisi meja diasumsikan 1/3 dari beban tubuh. Pada sandaran kursi dimodelkan agar pinggang dan punggung tertopang alamiah dengan sudut inklinasi 120° [3]. Pemodelan ini ditunjukkan pada gambar 3 di bawah ini.



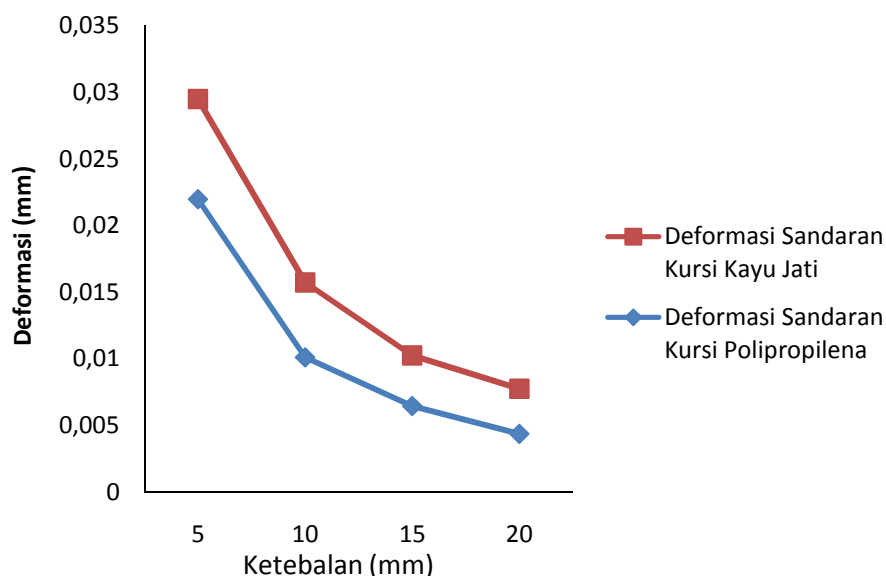
Gambar 3 Pemodelan meja kursi lipat.

Gambar ini menjelaskan bagaimana penggunaan meja kursi lipat, dimana pada penggunaannya sandaran kursi dapat diputar dan didorong menjadi meja, begitu pula sebaliknya meja dapat ditarik dan diposisikan sebagai sandaran saat menjadi kursi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perbandingan Deformasi pada Sandaran Kursi dan Meja

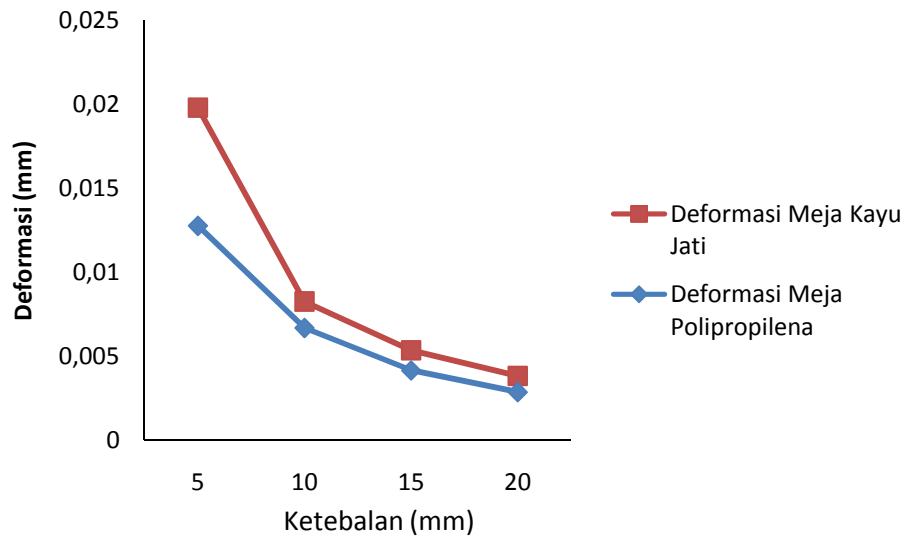
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat grafik perbandingan deformasi dengan material polipropilena dan kayu jati dengan variasi ketebalan material sebesar 5, 10, 15, dan 20 mm dengan pembebanan sebesar 60 kg pada sandaran saat posisi kursi, sedangkan 30 kg pada posisi meja sebagai berikut:



Gambar 4 Grafik perbandingan deformasi pada sandaran kursi dengan material kayu jati dan polipropilena.

Gambar 4 menjelaskan perbedaan deformasi yang terjadi antara material kayu jati dan polipropilena dengan ketebalan 5 mm, 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Pada grafik terlihat nilai defleksi tertinggi dialami oleh material kayu jati yaitu sekitar 0,029 mm. Seiring dengan penambahan dimensi

ketebalan material maka nilai defleksi tersebut akan cenderung menurun. Hal ini membuktikan bahwa nilai defleksi dipengaruhi oleh inersia suatu benda.



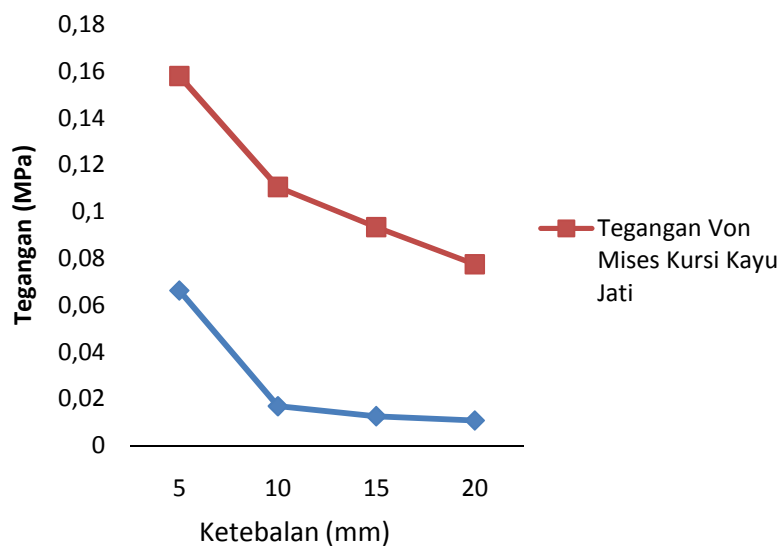
Gambar 5 Grafik perbandingan deformasi pada posisi meja dengan material kayu jati dan polipropilena.

Besar defleksi yang dialami produk saat menjadi meja tidak jauh berbeda dengan sandaran kursi, meskipun beban yang diberikan lebih kecil yaitu 30 kg, sehingga nilai defleksinya juga semakin rendah, walaupun demikian nilai defleksi tertinggi terjadi pada material kayu dengan ketebalan material 5 mm.

Dari kedua grafik di atas dapat terlihat bahwa material polipropilena mengalami deformasi lebih kecil dibandingkan dengan material kayu jati. Dapat diketahui bahwa semakin tebal material maka akan semakin menurunkan nilai deformasinya, hal ini berkaitan erat dengan inersia suatu benda yang dapat mempengaruhi material itu sendiri dalam menerima beban statis.

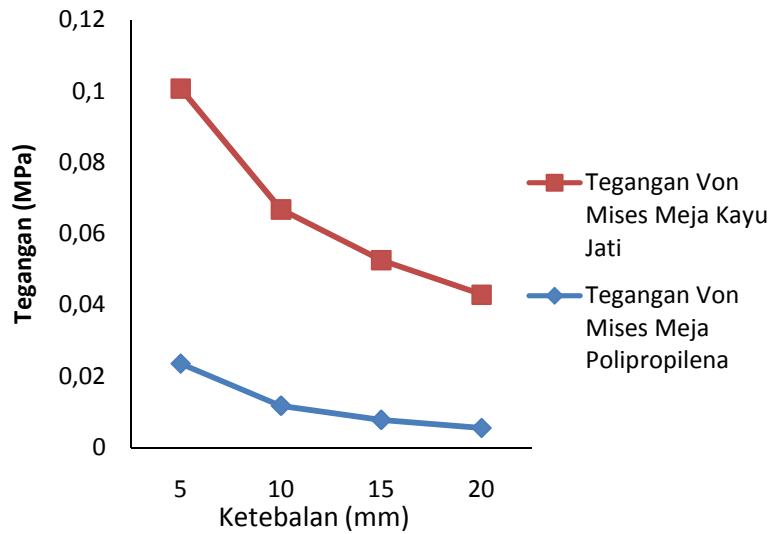
3.2. Analisa Tegangan dengan Kriteria Kegagalan Von Mises Sandaran Kursi dan Meja

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat grafik perbandingan kriteria tegangan von-mises dengan material polipropilena dan kayu jati dengan variasi ketebalan material sebesar 5, 10, 15, dan 20 mm dengan pembebanan sebesar 60 kg pada sandaran saat posisi kursi, sedangkan 30 kg pada posisi meja sebagai berikut:



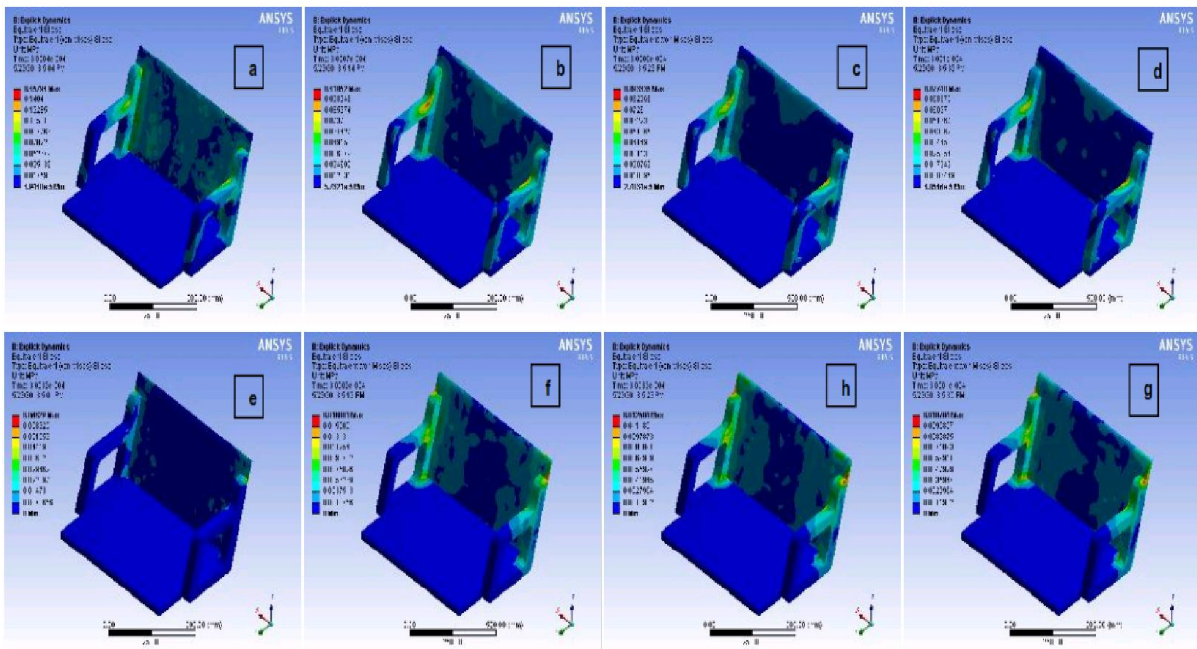
Gambar 6 Grafik nilai tegangan von mises pada sandaran kursi dengan material kayu jati dan polipropilena.

Perbedaan pembebanan yang terjadi antara posisi kursi dan meja bisa dilihat dengan mengamati grafik tegangan pada meja dengan material kayu jati dan polipropilena di bawah inidengan pebebanan yang diberikan hanya 30 kg, sehingga hasilnya dapat dilihat pada gambar 7 berikut:



Gambar 7 Grafik nilai tegangan von mises pada meja dengan material kayu jati dan polipropilena

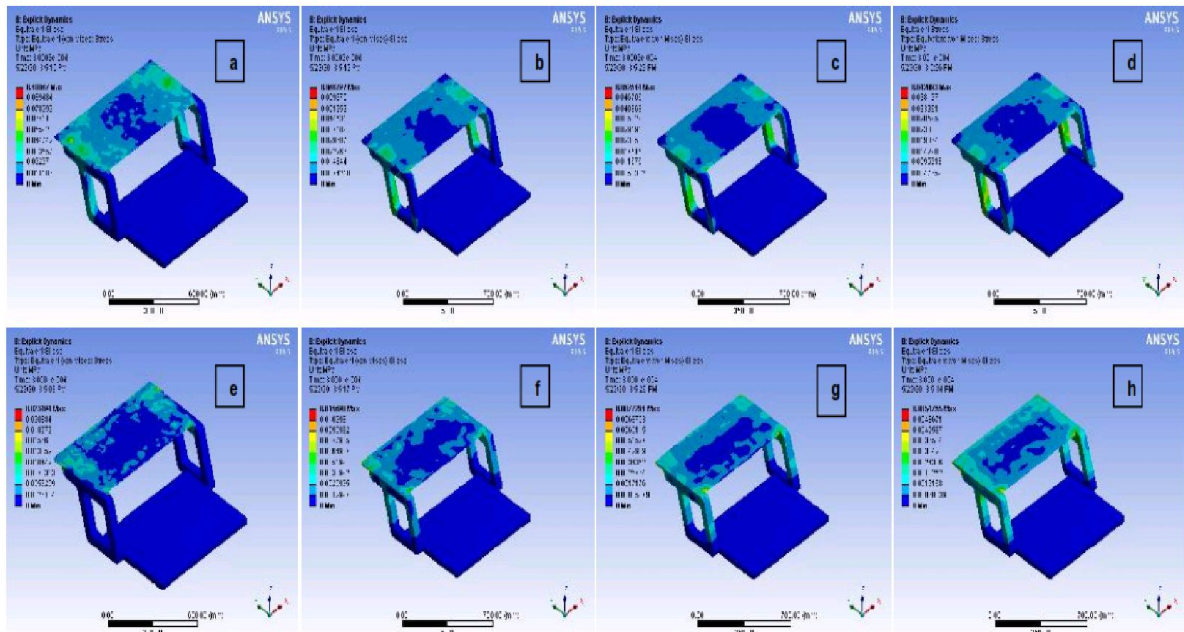
Dari gambar 6 terlihat bahwa sandaran kursi 5 mm memiliki nilai terbesar yaitu 0,15 MPa pada material jenis kayu jati sedangkan untuk jenis polipropilena didapat nilai $6,62 \times 10^{-2}$ MPa, ketika inersia material ditambahkan maka nilai dari kedua material tersebut menurun. Hal ini terjadi untuk kedua jenis bahan yang digunakan. Untuk ketebalan 20 mm, diperoleh nilai kriteria kegagalan tegangan von-mises untuk material kayu jati $7,74 \times 10^{-2}$ MPa dan polipropilena adalah $1,07 \times 10^{-2}$ MPa. Sedangkan pada gambar 7 untuk pembebanan pada meja memiliki kemiripan yang dengan nilai yang diterima sandaran kursi, hal ini dikarenakan beban yang diterima lebih kecil yaitu 30 kg. Untuk mengetahui gambaran tegangan yang terjadi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8 Daerah distribusi tegangan von mises sandaran kursi kayu jati (a - d), polipropilena (e - h)

Dari Gambar 8 (a - d) dimana tegangan yang terjadi untuk material kayu jati semula terjadi pada luasan permukaan sandaran, namun ketika ketebalan material ditambahkan perlahan tegangan terdistribusi menuju tumpuan sandaran kursi tersebut, namun untuk material polipropilena pada Gambar 8 (e - h) terjadi kebalikan dimana terjadi pada tumpuan, lalu seiring ditambahkan ketebalan material diteruskan menuju permukaan sandaran kursi.

Dari grafik dan gambar distribusi nilai tegangan dapat diprediksi kegagalan yang akan terjadi nantinya. Untuk ketebalan benda kerja 5 mm tidak dianjurkan dikarenakan kedua material sama - sama memiliki nilai tegangan von-mises yang besar. Untuk melihat distribusi tegangan yang terjadi pada posisi meja dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 9 Daerah distribusi tegangan von mises meja kayu jati (a - d), polipropilena (e - h)

Dari Gambar 9 terlihat pembebanan pada meja tidak ada perbedaan yang signifikan dengan pembebanan yang terjadi pada sandaran kursi. Untuk posisi meja, tegangan yang terjadi juga disalurkan menuju tumpuan meja, seperti yang terlihat pada Gambar 9 (a - d) diatas. Pada material jenis kayu jati awalnya disebarkan merata pada permukaan meja. Seiring dengan kenaikan ketebalan material, tegangan mulai terdistribusi menuju tumpuan meja. Berbeda dengan polipropilena Gambar 9 (e - h) dimana pembebanan yang dialami material langsung diteruskan menuju tumpuan sehingga terjadi pemusatan tegangan. Kemudian seiring dengan penambahan ketebalan, tegangan inersia disebarkan keseluruh permukaan material.

4. SIMPULAN

Dari analisa hasil dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

- a. Nilai deformasi maksimum pada pemodelan kursi pada material kayu jatia dalah : $2,95 \times 10^{-2}$ mm dan akan menurun ketika material bertambah ketebalannya. Serupa dengan material polipropilena dimana pada dimensi material 5 mm akan mengalami deformasi terbesar yaitu : $2,19 \times 10^{-2}$ mm.
- b. Dari kriteria kegagalan von mises terbesar yang terjadi pada kursi dan meja adalah material jenis kayu jati yaitu 0,15 MPa dan 0,10 MPa.
- c. Dengan penerapan antropometri dan ergonomik berdasarkan rata-rata tubuh orang Indonesia, menghasilkan sudut sandaran sebesar 70° yang menopang pinggang dan punggung secara alamiah, serta tinggi meja yang memposisikan tangan dan jarak pandang yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Prodiindustri, *Perancangan dan pengembangan Desain Produk Tespen*, 2012 [<http://prodiindustri.wordpress.com/perencanaan-dan-pengembangan-produk/>] (Diakses tanggal: 3 April 2013)
 [2] Susetyo Daru, *Kajian Berat Jenis dan Beberapa Sifat Mekanis kayu Jati (Tectona grandis linn) yang Berasal Dari KPH Purwakarta dan KPH Saradan*, Jurnal Publikasi IPB, 2001

[3] Tarwaka, *Ergonomi industri*, Harapan Press, Solo, 2011.

[4] Portal Genuardis, *Ergonomi*, 2013 [<http://genuardis.net/ergonomi/ergonomi.htm>] (Diakses tanggal: 28 Mei 2013)