

Analisis Kekuatan Desain *Interlocking Filling cabinet Completed Knocked Down* dengan Penggunaan Metode *Finite Element Analysis*

Yudha Samodra¹, Christophorus Fanri Ganesha² dan Andreas Sugijoprano³, Adhi Setya Hutama^{4*},
P. Wisnu Anggoro⁵

¹Program Studi Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta,
Jl. Mojo 1. Karangasem, Laweyan Surakarta 57145

^{2,3,4}Program Studi Perancangan Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta,
Jl. Mojo 1. Karangasem, Laweyan Surakarta 57145

⁵Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari No.43, Janti, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

*E-mail: adhisetyahutama87@gmail.com

Diajukan: 19-06-2024; Diterima: 14-08-2024; Dipublikasi: 31-08-2024

Abstrak

Filling cabinet merupakan bagian dari *office equipment* yang berfungsi sebagai penyimpan dokumen atau arsip penting dari suatu perusahaan atau sekolah. Terkait proses manufakturnya, *filling cabinet* memiliki 2 tipe pembuatan, yaitu *completely built up* (CBU) dan *completely knocked down* (CKD). PT. X merupakan salah satu Perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan *office equipment*. Pada proses pembuatan *filling cabinet* 4 laci di PT. X, ternyata masih terdapat permasalahan, salah satunya adalah waktu produksi yang lama. Hal ini disebabkan oleh proses pembuatan *filling cabinet* tersebut masih menggunakan tipe *completely built up* (CBU). Oleh karena itu diperlukan pengembangan produk untuk mengganti tipe produksi *filling cabinet*, dari tipe CBU menjadi tipe *completely knocked down* (CKD). Pada penelitian ini, dianalisis 3 jenis desain *interlocking filling cabinet* CKD seperti *louver*, *hemming*, dan *screw*. Selanjutnya dianalisis menggunakan metode *Finite Element Analysis*, dengan cara simulasi dengan perangkat lunak *Computer Aided Engineering* (CAE). Tujuan dari penelitian ini adalah didapatkan jenis desain *interlocking filling cabinet* yang memiliki ketahanan yang paling tinggi. Berdasarkan hasil analisis, desain *filling cabinet* dengan tipe *hemming*, merupakan Solusi desain untuk tipe CKD. Karena nilai simulasi tegangan yang terbesar terdapat pada tipe tersebut, 286,764 MPa untuk pembebanan 30kg, 467,782 MPa untuk 50kg, dan 761,501 MPa untuk 70kg.

Kata kunci: CAE; CKD; *Filling cabinet*; Finite Element Analysis; Hemming

Abstract

Filling cabinet is a part of *office equipment* that serves as a storage of important documents or archives of a company or school. Regarding the manufacturing process, *filling cabinet* s have two types of manufacturing, namely *completely built up* (CBU) and *completely knocked down*. (CKD). PT. X is one of the companies that is engaged in the field of *office equipment* manufacturing. In the process of manufacturing *filling cabinet* s with 4 drawers in PT. x it turns out there are still problems, one of them is a long production time. This is due to the manufacturing process of *filling cabinet* s still using the type *completely built up* (CBU). Therefore, it is necessary to develop a product to replace the type of production, from type CBU to type *completely knocked down* (CKD). In this study, 3 types of CKD *interlocking filling cabinet* designs were analyzed, such as *louver*, *hemming*, and *screw*. Next, it was analyzed using the *Finite Element Analysis* method, by means of simulation with *Computer Aided Engineering* (CAE) software. The aim of this research is to obtain a type of *interlocking filling cabinet* design that has the highest resistance. Based on the analysis results, the *hemming* type *filling cabinet* design is a design solution for the CKD type. Because the largest stress simulation value is found in this type, 286,764 MPa for a loading of 30kg, 467,782 MPa for 50kg, and 761,501 MPa for 70kg.

Keywords: CAE; CKD; *Filling cabinet*; Finite Element Analysis; Hemming

1. Pendahuluan

Filling cabinet merupakan bagian dari *office equipment* yang berfungsi sebagai penyimpan dokumen atau arsip penting dari suatu perusahaan atau sekolah [1]. Bentuk *filling cabinet* (Gambar 1) umumnya adalah lemari berbentuk kotak memanjang dan berisi 2 laci atau lebih, dan material pembuat dari metal karena memiliki karakteristik kuat, aman, serta tahan lama. Terkait proses manufakturnya, *filling cabinet* memiliki 2 tipe pembuatan, yaitu *completely built up* (CBU) dan *completely knocked down* (CKD) [2]. CBU adalah pembuatan produk sampai dengan pengiriman dalam

kondisi utuh [3] sedangkan tipe CKD adalah proses pembuatan produk dengan sistem bongkar pasang, dengan tujuan agar produk yang dihasilkan ringkas dan hemat tempat [4]. PT. X merupakan salah satu Perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan *office equipment*. Contoh produk PT. X seperti lemari *completely knocked down*, meja kursi perkantoran, *white board*, *filling cabinet*, dan masih banyak lainnya. Berdasarkan rekap data penjualan produk yang didapatkan pada akhir 2023, menunjukkan bahwa penjualan *filling cabinet* dengan 4 laci merupakan produk yang paling banyak terjual, dengan total 849 pcs. *Filling cabinet* PT.X memiliki keunggulan dari segi material, dan proses pembuatan. Sehingga produk yang didapatkan berkarakter kuat dan tahan lama.



Gambar 1. Contoh Produk *Filling cabinet* 4 laci dan 2 laci

Pada proses pembuatan *filling cabinet* dengan 4 laci di PT. X ternyata masih terdapat permasalahan, salah satunya adalah waktu produksi yang lama. Hal ini disebabkan oleh proses pembuatan *filling cabinet* tersebut masih menggunakan tipe *completely built up* (CBU). Hasil wawancara dengan Supervisor PT. X, didapatkan data yaitu konstruksi produk yang kurang fleksibel, sehingga tidak dapat dibongkar pasang; kebutuhan ruang untuk penyimpanan produk; dan ketika produk tersebut dikirimkan ke customer masih terdapat kerusakan lecet, karena produk saling bergesekan. Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan pengembangan produk untuk mengganti tipe produksi *filling cabinet* dari tipe CBU menjadi tipe *completely knocked down* (CKD). Metode CKD memiliki kekhasan bongkar pasang, karena menggunakan sistem *interlocking* atau pengunci sehingga mudah untuk dirakit [5]. Keunggulan lainnya dari metode CKD adalah kuantitas produk yang dimuat ke dalam kontainer dapat dimaksimalkan [6]. Pada penelitian ini, dianalisis perbandingan 3 tipe *interlocking* pada desain *filling cabinet*. Tujuan dari analisis ini adalah didapatkan jenis desain *interlocking filling cabinet* yang memiliki ketahanan yang paling tinggi. Salah satu metode analisis untuk mengukur kekuatan produk adalah dengan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) atau sering disebut metode elemen hingga. Metode FEA digunakan untuk analisis tegangan lentur, tegangan mulur dan tegangan kontak [7]. Metode FEA disimulasikan lewat software *Computer Aided Engineering* (CAE). *Computer Aided Engineering* (CAE) merupakan perangkat lunak untuk menganalisis fungsi dari produk desain, yang memungkinkan perancang untuk mensimulasikan dan mempelajari bagaimana produk tersebut mampu direkayasa, sehingga desain dapat disempurnakan dan dioptimalkan [8].

2. Material dan metodologi

Bab ini berisi tentang data-data penting penelitian, peralatan yang digunakan dan lokasi penelitian. Metode penelitian yang digunakan dijelaskan secara singkat (dapat dibuat dalam bentuk diagram alir). Metode baru atau metode yang dimodifikasi tersebut harap dijelaskan secara rinci.

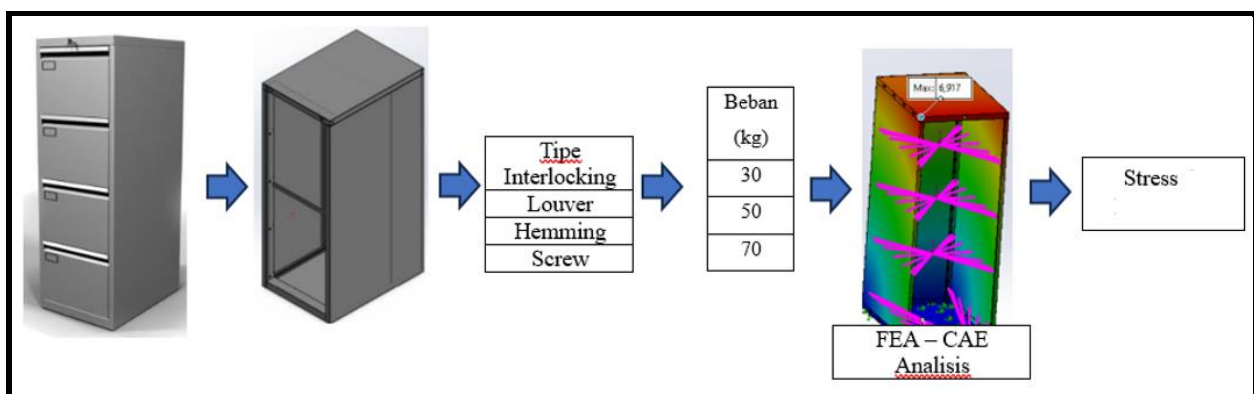
2.1. Material

Material yang digunakan pada analisis desain pembuatan *filling cabinet* 4 laci adalah material pelat SPCC dengan penggunaan tebal 0,6 - 0,8mm.

2.2. Metodologi

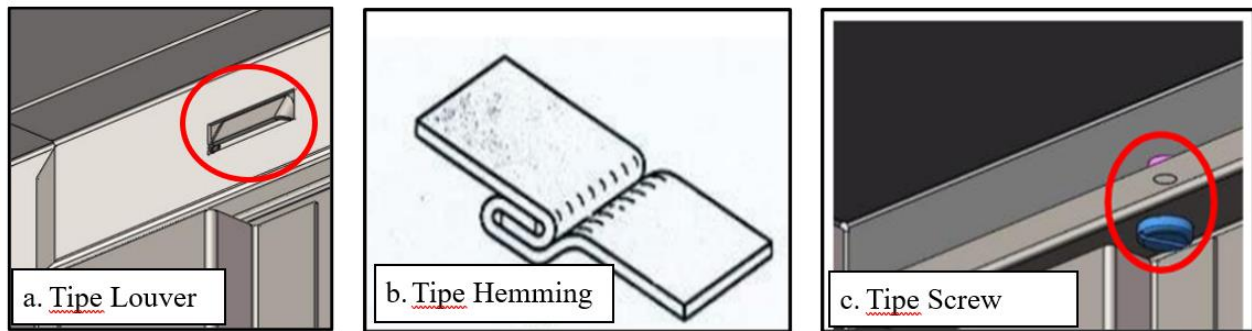
Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah dengan perbandingan 3 desain *interlocking* filling cabinet 4 laci dengan system *Completely Knocked Down* (CKD). Jenis *interlocking* yang dibandingkan antara lain *louver*, *hemming*, dan *screw*, selanjutnya dianalisis kekuatannya dengan simulasi *Computer Aided Engineering* (CAE). dengan pemanfaatan CAE, penelitian dapat dipermudah untuk mendapatkan tegangan maksimal, von mises [9], titik yield yang didapatkan [10], dan dapat dibandingkan dengan persyaratan yang dibutuhkan [11].

Proses analisis diawali dengan pembuatan desain pada komponen *housing filing cabinet* CKD, desain tersebut dibagi menjadi 3, sesuai dengan tipe *interlocking* (*Louver*, *Hemming*, dan *screw*). Penempatan *interlocking* diposisikan pada area atas dan bawah *filling cabinet*. Variabel beban ditentukan sebesar 30kg, 50kg, dan 70kg. Hal ini berdasarkan beban penggunaan umum pada sebuah drawer. Hasil dari analisis simulasi menggunakan *software CAE* dan didapatkan tegangan maksimal dan defleksi. Detail proses analisis terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Analisis Filling Cabinet CKD

Metode CKD memiliki ciri khas mampu untuk dibongkar dan disusun kembali, serta memiliki kekuatan yang sama dengan produk CBU, seperti tahan guncangan dan tidak mudah rubuh [11]. Oleh sebab itu, diperlukan pengunci yang kuat atau sering disebut *Interlocking* [12] Tipe *interlocking* yang digunakan untuk analisis ini adalah *louver*, *hemming*, dan *screw* (Gambar 3). *Louver* merupakan komponen *interlocking* berbentuk kotak, dan dapat diatur dalam sudut tertentu [13], sedangkan tipe *interlocking hemming* memiliki cirikhas sistem mekanisme merupakan lipatan dari dua komponen yang disambungkan. Tipe ini memiliki kelebihan tampilan yang rapi dan kuat [14]. Dan tipe *interlocking screw* merupakan tipe umum, karena memiliki cirikhas menggabungkan 2 komponen dengan baut.

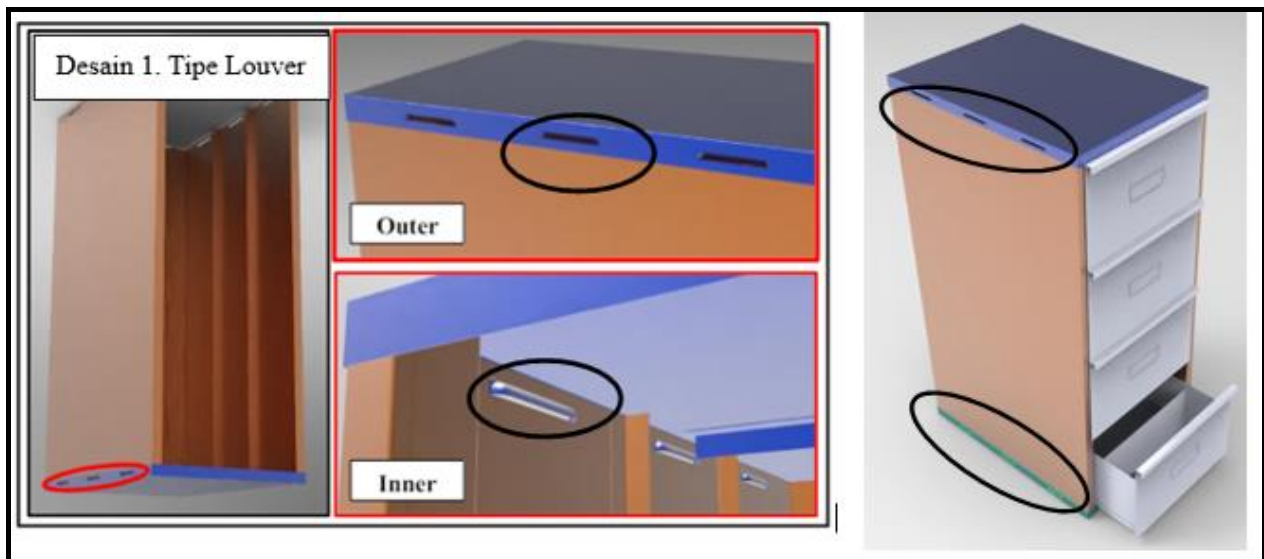


Gambar 3. Tipe *Interlocking* untuk *Filling Cabinet CKD*

3. Hasil dan pembahasan

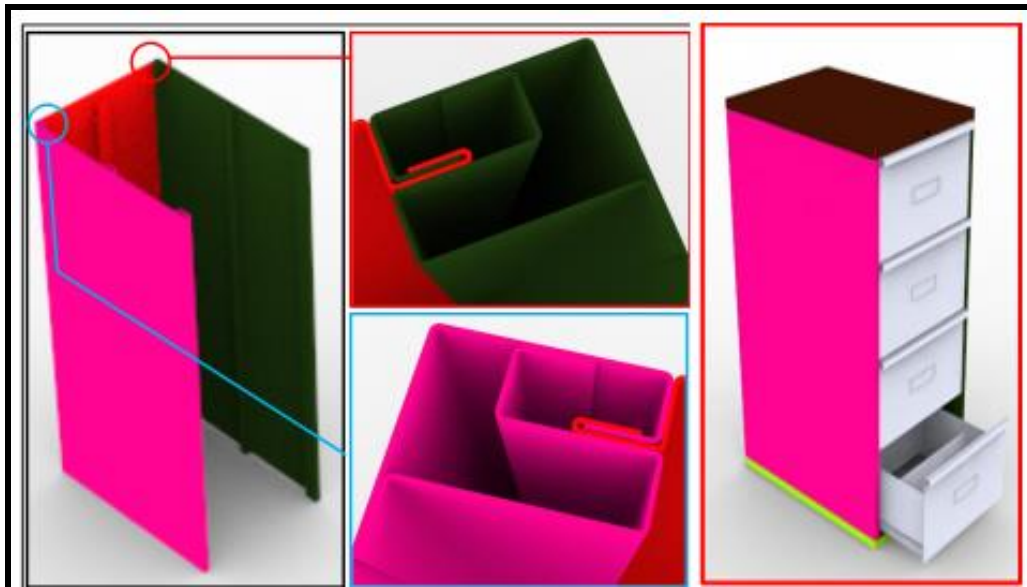
3.1. Desain *Filling Cabinet* CKD Berdasarkan Jenis *Interlocking*

Pada tahap desain, desain *filling cabinet* dibedakan menjadi 3, berdasarkan tipe *interlockingnya*. Pada Gambar 4, dijelaskan bahwa Desain *filling cabinet* menggunakan tipe *interlocking Louver*. Proses perakitan dilakukan dengan penyambungan bagian *Top dan Bottom* dengan *wall*.



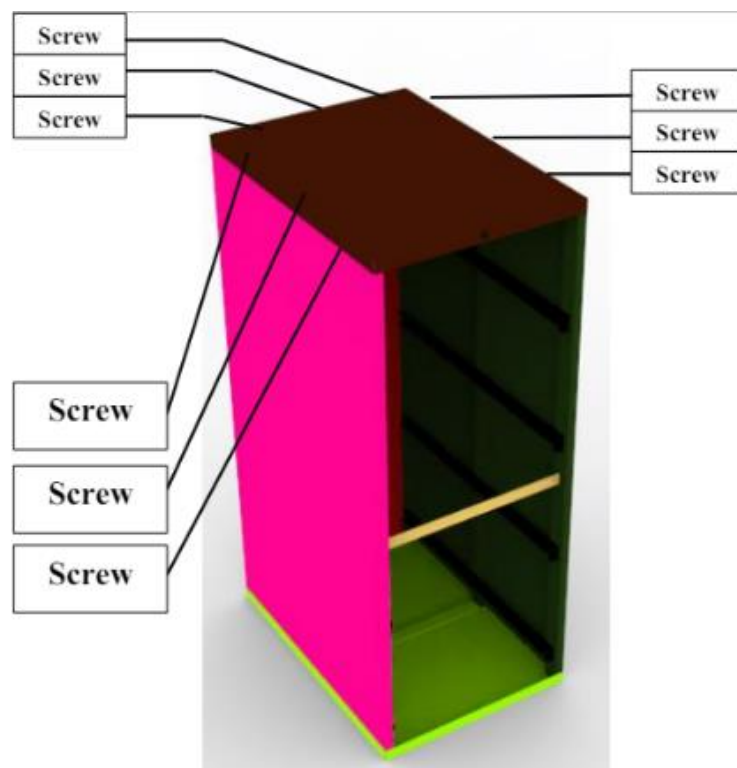
Gambar 4. Tipe *Interlocking Louver*

Selanjutnya pada Gambar 5 merupakan desain *filling cabinet* dengan tipe *interlocking hemming*. Terdapat lipatan pada sisi *right wall* dan *left wall*, dan berbentuk lipatan (*bending*). Manfaat dari jenis *hemming* adalah benda menjadi lebih kuat, karena sambungan dimasukkan kedalam lipatan, dan dari segi estetika, tidak ada lubang pada *filling cabinet* tersebut.



Gambar 5. Tipe *Interlocking Hemming*

Dan desain ketiga, pada Gambar 6. pada gambar merupakan desain *filling cabinet* dengan tipe *interlocking Screw*. Terdapat 9 *screw* pada sisi sisi penyusun *filling cabinet* pada bagian *top*, dan 9 pada bagian *bottom*.



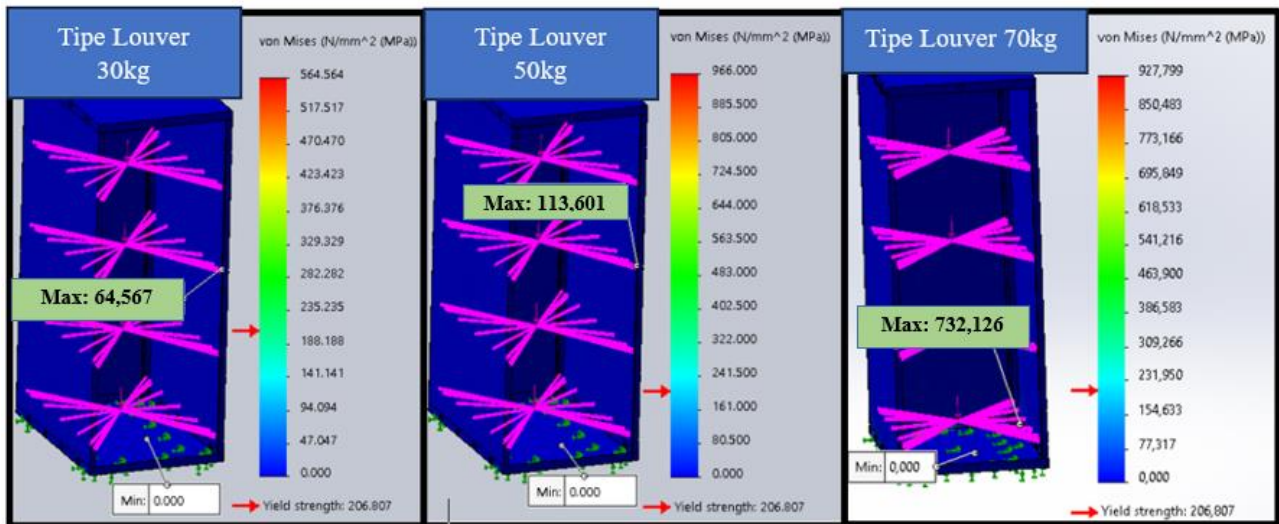
Gambar 6. Tipe *Interlocking Screw*

3.2. Analisis Desain *Filling Cabinet* CKD Berdasarkan Jenis *Interlocking*

Analisis simulasi menggunakan *software* CAE, dengan memberikan pembebanan eksternal pada masing – masing desain. Pembebanan dimulai dari 30kg, 50kg, dan 70kg. Hasil dari simulasi adalah didapatkan nilai tegangan yang paling

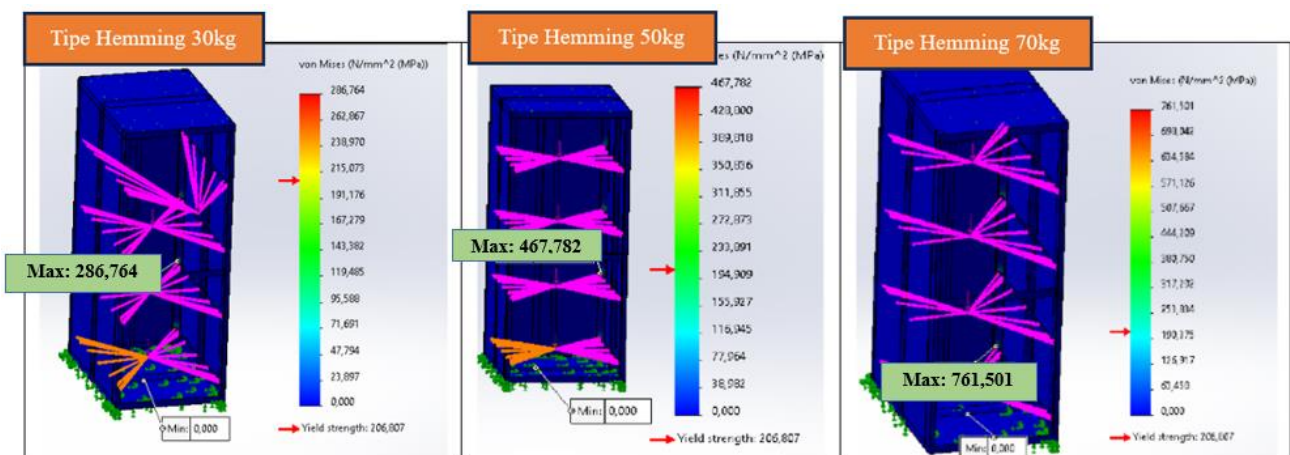
besar maka yang dipilih untuk dilanjutkan dalam proses produksi. Hal ini ditegaskan oleh [15], bahwa produk yang dinyatakan layak adalah produk yang mampu menahan tegangan yang paling besar.

Hasil simulasi pada desain dengan tipe *louver* dapat dilihat pada Gambar 7. Pada analisis tersebut dapat dijelaskan bahwa Ketika *filling cabinet* diberikan beban 30kg maka tegangan yang dapat diterima sebesar 64,567 MPa, pada beban 50kg, *filling cabinet* mampu menahan tegangan sebesar 113,6 MPa, dan Ketika diberikan beban 70kg, tegangan yang dapat ditahan adalah 732, 126 MPa.



Gambar 7. Analisis CAE untuk Tipe *Interlocking Louver*

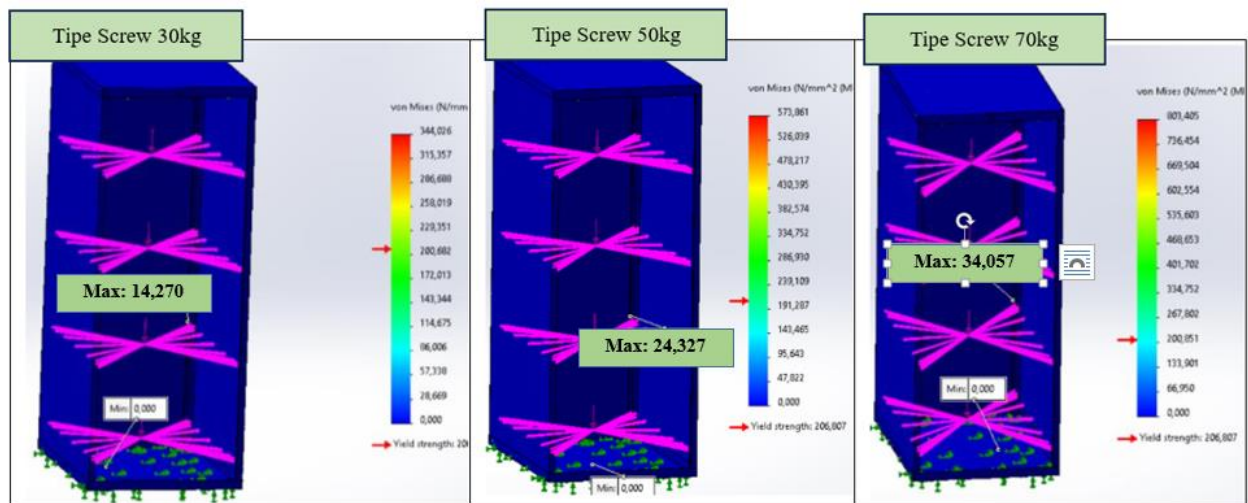
Hasil simulasi pada desain dengan tipe *hemming* dapat dilihat pada Gambar 8. Pada analisis tersebut dapat dijelaskan bahwa Ketika *filling cabinet* diberikan beban 30kg maka tegangan yang dapat diterima sebesar 286,764 MPa, pada beban 50kg, *filling cabinet* mampu menahan tegangan sebesar 467,782 MPa, dan Ketika diberikan beban 70kg, tegangan yang dapat ditahan adalah 761,501 MPa.



Gambar 8. Analisis CAE untuk Tipe *Interlocking Hemming*

Hasil simulasi pada desain dengan tipe *screw* dapat dilihat pada Gambar 9. Pada analisis tersebut dapat dijelaskan bahwa Ketika *filling cabinet* diberikan beban 30kg maka tegangan yang dapat diterima sebesar

14,27 MPa, pada beban 50kg, *filling cabinet* mampu menahan tegangan sebesar 24,327 MPa, dan Ketika diberikan beban 70kg, tegangan yang dapat ditahan adalah 34,057 MPa.



Gambar 9. Analisis CAE untuk Tipe *Interlocking Screw*

Jika dirangkum dalam susunan tabel perbandingan, maka dapat ditinjau pada Tabel 1. Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa desain *filling cabinet* dengan metode *completely knocked down* (CKD) dengan tipe *interlocking hemming* merupakan Solusi yang terpilih. Karena jika dibandingkan dengan tipe *interlocking* lainnya dan pembebanan yang telah ditentukan, desain *filling cabinet* dengan tipe *hemming* mampu menahan tegangan yang paling besar.

Tabel 1. Perbandingan Simulasi Tegangan pada *Interlocking Filling Cabinet*

Pembebanan (Kg)	Stress Tipe Louver (Mpa)	Stress Tipe Hemming (Mpa)	Stress Tipe Screw (Mpa)
30	64,567	286,764	14,27
50	113,601	467,782	24,327
70	732,126	761,501	34,057

4. Kesimpulan

Berdasarkan kebutuhan PT. X terkait pengembangan desain *filling cabinet* dari metode *Completed Buid Up* (CBU) dikembangkan ke metode *completely knocked down* (CKD), maka dapat disimpulkan pengembangan tersebut dapat dilaksanakan, dengan catatan penggunaan tipe *interlocking*nya adalah *hemming*. Karena nilai simulasi tegangan yang terbesar terdapat pada tipe tersebut, 286,764 MPa untuk pembebanan 30kg, 467,782 MPa untuk 50kg, dan 761,501 MPa untuk 70kg.

Daftar Pustaka

- [1] Filling Cabinet. <https://kreasimudaindonesia.com/tag/filing-cabinet/>. (diakses pada tanggal 13 Mei 2024)
- [2] Rapi, A., Astuti, J., Hardiman, H.D., Pengembangan Konsep Available To Promise (ATP) Untuk Menjamin Ketersediaan Produk Filing Cabinet Tipe Susun 531 dalam Rangka Pemenuhan Permintaan Pelanggan Di PT.

- MNO. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Industri dan Rantai Pasok; 4 November 2021; Jakarta, Indonesia. UPPM Politeknik APP Jakarta; 2021. Pp 51-59
- [3] Sekilas tentang Istilah CBU, CKD, dan IKD dalam Dunia Otomotif. <https://www.gaikindo.or.id/sekilas-tentang-istilah-cbu-ckd-dan-ikd-dalam-dunia-otomotif/>. (diakses pada tanggal 13 Mei 2024)
- [4] Hartanto, S., Sugandha, A.C., Kajian Desain Dining Set Mid Century Dengan Sistem Knock-Down Studi Kasus New Elegant, Ltd. *Jurnal Idealog*. 2018, 3(1): pp 11-22
- [5] Dinata, R., Noer, M., Tinjauan Konsep Desain Flat-Pack Pada Rak Susun 5 Tingkat Terbuka Master Space Holeless. *Jurnal Narada*. 2020, 7(2): pp 245 -257
- [6] Ariyanti, ZD. Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting pada Proyek Hotel Lifestyle Surabaya. Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya; 2018.
- [7] Hariyanto, S. D., & Kurniawan, W. Simulasi Pembebanan Komponen Bender pada Desain Mesin Begel Fabricator Menggunakan Software Autodesk Inventor 2020. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*. 2021, 2(2): pp 93-97
- [8] Rinanto, A., Kurniawan, P., Nugroho, A., Rusmana, G.B., Hutama, A.S., Analisis Pemilihan Parameter Desain bagian Top plate Lemari CKD dengan Metode Fenite Elemen. *JUTE*. 2023, 6(1): pp 31-36.
- [9] Ismail, R., Sugiyanto., Kristianto, H., Saputra, E., Jamari. Pemodelan Metode Elemen Hingga Kontak Femoral Head dengan Acetabular Liner pada Sendi Panggul Buatan dengan Variasi Diameter Celah pada Acetabular Liner. *Rotasi: Jurnal Teknik Mesin UNDIP*. 2017, 19 (3): pp 139 - 146
- [10] Mulyanto, T., Supto, A.D., Analisis Tegangan Von Mises Poros Mesin Pemotong Umbi-Umbian Dengan Software Solidworks, *Jurnal Teknik Mesin - Presisi*. 2017, 18 (2): Pp 24-29
- [11] Candra, H., Putra, D.P., Romli, Investigasi Tegangan Pada Poros Bertingkat Menggunakan Metode Elemen Hingga Berbasis Computer Aided Engineering. *Jurnal Austenit*. 2021, 13(1): pp 23 -27
- [12] Dewi, N.I.K., Pratiwi, S.N., Fajria M.N. Interlocking System Pada Konstruksi Knock Down Bangunan Tradisional Jawatajug Sebagai Teknologi Responsif Gempa. *Jurnal Arsitektur Zonasi*. 2019, 2(3): pp 147 -159
- [13] Prasetyo, G. Desain Self Locking Bagian Atas Kabinet Kantor CKD dengan Metode Elemen Hingga. Indonesia. Politeknik ATMI Surakarta. 2022
- [14] Chaniago, A.N. Analisa Kekuatan Filling Cabinet PT. ATMI Solo. Indonesia: Politeknik ATMI Surakarta. 2023
- [15] Shinde, A & Thombare, D. Finite Element Method for Stress Analysis of Passenger CarFloor. *Journal of Engineering Research and Applications*. 2014, 4(4): pp 38 – 4