

**ANALISA RANCANGAN DINDING MODULAR DENGAN SISTEM INTERLOCK SEBAGAI KONTRUKSI BANGUNAN BAJA SEMENTARA DI REMOTE AREA****Dean Anggara Putra<sup>1</sup>  
Usman Soedjadi<sup>2</sup>**

Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas MercuBuana Jakarta

E-mail:55820010007@mercubuana.ac.id

E-mail:anggara.dean@gmail.com

E-mail:umardjasipan@gmail.com

**Abstrak** -- Pada ekonomi dunia yang kompetitif saat ini, operasi konstruksi bangunan harus bereaksi dengan cepat dan fleksibel untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan tetap mempertahankan atau meningkatkan daya saing berkaitan dengan biaya produksi mereka sendiri. Sementara itu, masih banyak pengerjaan konstruksi dilakukan di lokasi proyek tersebut sedangkan jika menggunakan sistem plug and play pengerjaan di lokasi proyek akan diminimalisir dengan proses fabrikasi terlebih dahulu kemudian pengerjaan dilapangan hanya sebatas integrasi.[1]

Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dibuat suatu rancangan modular dinding dengan sistem interlock pada bangunan sementara di remote area dengan metode VDI 2221 seperti rumah kelistrikan dan kios metal dengan berbagai macam kegunaan. Modular dinding dengan sistem interlock adalah modul-modul dinding standar yang dibuat saling mengikat satu dengan yang lainnya sehingga mendapatkan kekuatan dengan pressure tertentu dan pengaturan suhu ruang tertentu yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan dengan minimum index protection/IP44 dengan menggunakan material plat baja dengan ketebalan 1.5mm tanpa pengerjaan pengelasan hanya dengan menggunakan sambungan antar dinding dengan menggunakan screw.

Berdasarkan hasil observasi dilapangan masih banyak ditemukan proses konstruksi bangunan sementara dilakukan dilapangan tentu saja ini memerlukan pembiayaan yang tidak sedikit karena rata-rata project pembuatan bangunan sementara terdapat dilokasi yang terpencil, sehingga untuk transportasi, supply bahan baku dan biaya akomodasi untuk pekerja yang bekerja di area proyek tersebut menjadi sangat tinggi. Maka dari itu dengan proses pengerjaan konstruksi dilakukan secara fabrikasi terlebih dahulu diharapkan dapat menekan pembiayaan-pembiayaan diatas dan hasil dari simulasi menggunakan tools solidworks mengenai uji ketahanan dinding modular dengan material dinding modular adalah ASTM-A36 (Yield Strength 250 MPa) nilai pembebanan 975 kgf menghasilkan maksimal material stress adalah 249.56 MPa, material depleksi 12.25mm dan material deformasi 0.0022%

**Kata Kunci** : Dinding Modular, Rumah Kelistrikan, Kios Metal, Sistem interlock

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi di dunia konstruksi saat ini dibutuhkan kecepatan dan ketepatan dalam membangun sebuah konstruksi bangunan, salah satunya adalah konstruksi untuk bangunan sementara / kios metal. Umumnya proses pembangunan konstruksi dilakukan langsung dilokasi proyek dan ketika proyek tersebut selesai bangunan tersebut tidak bisa dipindahkan untuk lokasi proyek berikutnya dan membutuhkan waktu dan tenaga untuk menghilangkan bangunan sementara tersebut sehingga dirasa masih kurang efisien. [1]

Dengan perkembangan teknologi pada sistem pengerjaan konstruksi bangunan sementara mengharuskan kita terus mengembangkan teknologi sedemikian rupa supaya dapat mengerjakan suatu proyek seefisien mungkin dengan penghematan biaya

operasional pengerjaan langsung dilokasi proyek. Dinding modular dengan sistem interlock diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam hal, waktu dan pembiayaan dikarenakan prosesnya dilakukan dipabrikasi dan tidak menggunakan las untuk sambungan melainkan hanya dengan penggunaan screw untuk sambungannya. [2]

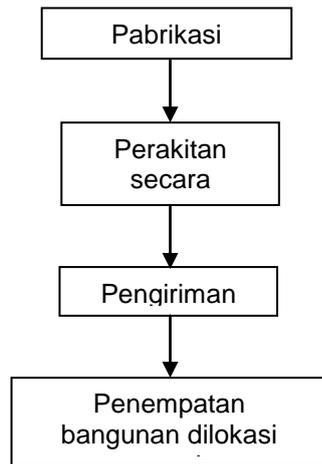
Pada perancangan ini, penulis akan membahas mengenai perancangan modular dinding dengan sistem interlock dengan pressure tertentu dan pengaturan suhu ruang tertentu yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan dengan minimum index protection / IP44-IP65 dengan menggunakan material plat baja dengan ketebalan 1.5mm dengan proses perakitan tanpa pengelasan melainkan dengan proses sambungan menggunakan screw.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia Modular adalah menciptakan suatu rancangan sehingga model dapat menggunakan satu komponen yang sama, sedangkan *Interlock* adalah fitur yang membuat keadaan dua mekanisme atau fungsi saling bergantung.[3]

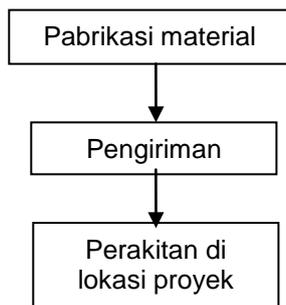
Fungsi dari dinding modular dengan sistem *interlock* adalah untuk membuat sebuah bangunan plat baja yang dapat digunakan sebagai dinding dan atap sebagai fasilitas suatu proyek di *remote* area. dengan harapan dapat menekan biaya maupun keterbatasan material untuk membuat fasilitas bangunan sementara di *remote* area suatu proyek.

Dengan dua opsi perakitan bangunan sementara yaitu dilakukan secara pabrikasi kemudian dikirim dalam bentuk bangunan utuh di site hanya memerlukan pemasangan atau instalasi menggunakan *crane* atau forklift.



Gambar 2.1 Alur pengerjaan opsi pertama

Jika terkendala dengan akses untuk transportasi yang sempit atau akses yang sulit dilalui kendaraan besar untuk pengiriman bangunan dalam keadaan utuh, maka proses perakitan bangunan sementara dilakukan langsung di area proyek dengan catatan semua material sudah dibuat secara pabrikasi sebelumnya.



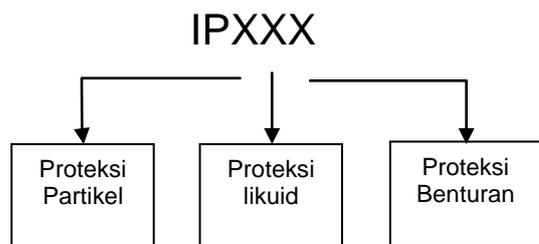
Gambar 2.2 Alur pengerjaan opsi kedua

**Baja**

Baja adalah logam paduan, logam besi yang berfungsi sebagai unsur dasar dicampur dengan beberapa elemen lainnya, termasuk unsur karbon. Besi dapat terbentuk menjadi dua bentuk kristal yaitu *Body Center Cubic (BCC)* dan *Face Center Cubic (FCC)*, tergantung dari temprturnya ketika ditempa. Dalam susunan bentuk BCC, ada atom besi ditengah-tengah kubus atom, dan susunan FCC memiliki atom besi disetiap sisi pada enam sisi kubus atom. Interaksi alotropi yang terjadi antara logam besi dengan elemen pemadu, seperti karbon, yang membuat baja dan besi tuang memiliki ciri khas yang ada pada diri mereka.[4]

**Indieks Proteksi**

Indeks Proteksi adalah istilah yang digunakan untuk mengukur kualitas dari Box Enclosure. Indeks Proteksi terdiri dari 3 angka yang masing-masing memiliki arti tersendiri, misalnya IP500, IP445 dan sebagainya. Namun kenyataan di lapangan bahwa Indeks Proteksi yang umum digunakan hanya 2 angka saja misalnya IP45, IP55 dan sebagainya. Penggunaan nilai Indeks Proteksi pada Box Enclosure tergantung pada penggunaanya, semakin tinggi nilai IP maka semakin mahal harga Box Enclosure tersebut.



Gambar 2.3 Indeks Proteksi

Tabel 2.1 Proteksi Partikel

0	Tidak ada proteksi
1	Perlindungan terhadap benda yang lebih besar dari 50mm
2	Perlindungan terhadap benda yang lebih besar dari 12mm
3	Perlindungan terhadap benda yang lebih besar dari 2.5mm

4	Perlindungan terhadap benda yang lebih besar dari 1.0mm
5	Perlindungan terhadap debu
6	Debu sekecil apapun tidak dapat masuk

Tabel 2.2 Proteksi Likuid

	Tidak ada proteksi
1	Terlindung dari air yang jatuh vertikal
2	Terlindung dari air yang membentuk sudut 15 derajat arah vertikal
3	Terlindung dari air yang membentuk sudut 45 derajat arah vertikal
4	Terlindung dari air yang datang dari segala arah
5	Terlindung dari air yang datang dari segala arah dengan tekanan air tertentu
6	Terlindung dari semprotan air yang menyerupai gelombang air laut
7	Terlindung dari efek tenggelam (kedap air) dengan kedalaman 1 meter
8	Terlindung dari efek tenggelam (kedap air) dengan kedalaman yang disertai tekanan air

Tabel 2.3 Proteksi Benturan

0	Tidak ada proteksi
1	Tahan terhadap benturan sebesar 0.225 joule (150gr) yang jatuh setinggi 15cm
2	Tahan terhadap benturan sebesar 0.500joule (250gr) yang jatuh setinggi 20cm
3	Tahan terhadap benturan sebesar 2.00 joule (1.5kg) yang jatuh setinggi 40cm
4	Tahan terhadap benturan sebesar 6.00joule (1.5kg) yang jatuh setinggi 40cm
5	Tahan terhadap benturan sebesar 20 joule (5kg) yang jatuh setinggi 40cm

**Tegangan**

Tegangan Secara sederhana tegangan dapat didefinisikan sebagai besaran gaya yang bekerja pada satu satuan luas permukaan benda yang dikenakan oleh gaya. Secara matematis definisi tegangan dapat dituliskan

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

keterangan

P = gaya [N]

A = luasan permukaan yang dikenakan gaya [mm<sup>2</sup>]

[5]

**Renggangan**

Untuk memperoleh satuan deformasi atau regangan (ε) adalah dengan membagi perpanjangan (δ) dengan panjang mulamula (L<sub>0</sub>) dari suatu specimen. Regangan dapat dirumuskan :

$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{\delta}{L_0}$$

keterangan :

ε = regangan

L<sub>0</sub> = panjang awal [mm]

L<sub>1</sub> = panjang akhir [mm]

δ = perubahan panjang [mm]

[5]

**3. METODE PENELITIAN**

**Metode Pengumpulan Data Dengan VDI 2221**

Pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode VDI 2221 dikarenakan metode ini dibuat langkah demi langkah secara terperinci dalam menentukan permasalahan sampai dengan penentuan konsep desain. Langkah kerja dalam metode VDI 2221 : [6]

- a) Penjabaran tugas (*Classification of task*)
  - b) Penentuan konsep rancangan (Konseptual desain) Meliputi tiga langkah kerja, yaitu:
    - Menentukan fungsi dan strukturnya.
    - Mencari prinsip solusi dan strukturnya.
    - Menguraikan solusi menjadi varian yang dapat direalisasikan.
  - c) Perancangan wujud (*Embodiment* desain)
  - d) Perancangan rinci (Detail desain)
- [7]

4. PEMBAHASAN

Pengumpulan Data Dengan VDI2221

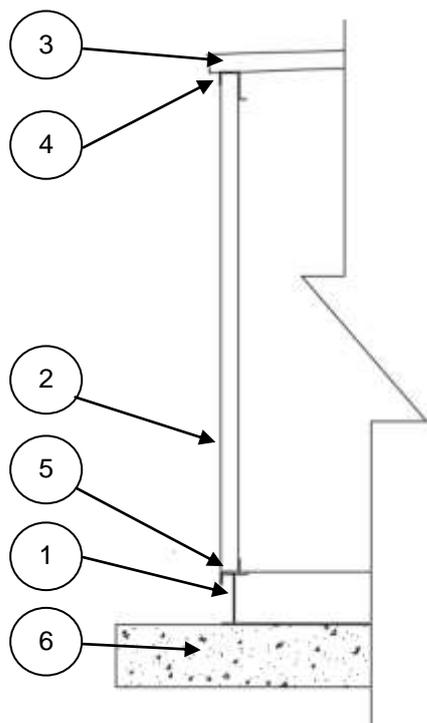
Daftar Kehendak :

- Mudah untuk dirakit
- Dinding mampu memenuhi kualifikasi sampai IP44
- Material yang digunakan menggunakan material standard yang ada dipasaran
- Mampu menahan pressure
- Tidak ada pengelasan saat perakitan
- Proses perakitan menggunakan teks screw
- Proses tekukan dengan menggunakan tools bending standard
- Material plat baja menggunakan plat tebal 1.5mm
- Dinding bisa menjadi sebagai framing
- Dapat digunakan sebagai dinding maupun digunakan sebagai atap

Tabel 4.1 Abstraksi VI Model VDI2221

PARAMETER	SPESIFIKASI	DEMAND (D) WISHES (W)
FUNGSI	Dinding mampu memenuhi kualifikasi sampai IP44	D

Konsep Perencanaan



Gambar 4.1 Konsep Perencanaan

Keterangan :

1. *Baseframe* menggunakan material IWF, H-Beam Atau UNP Standard yang ada dipasaran, untuk ukuran material tersebut disesuaikan dengan kalkulasi beban yang akan di install didalam bangunan tersebut.
2. Dinding modular terbuat dari plat baja dengan ketebalan 1.5mm yang di tekuk atau di *bending* dengan dua arah tekukan, yang pertama tekukan kea rah dalam dan yang kedua tekukan kearah luar
3. Atap sama dengan dinding modular
4. *Roof Cap* berfungsi sebagai penghubung antara dinding modular dengan atap, material yang digunakan adalah plat baja dengan ketebalan 3mm yang di tekuk atau di *bending* menjadi berbentuk U.
5. *Floor Cap* berfungsi sebagai penghubung antara *baseframe* dengan dinding modular, material yang digunakan untuk pembuatan *floor cap* adalah plat baja dengan ketebalan 3mm yang di tekuk atau di *bending* menjadi berbentuk Z.
6. Pondasi/pedestal sebagai tumpuan atau base tempat berpijak bangunan sementara, koneksi antara bangunan dengan pondasi/pedestal bisa dilakukan dengan du acara, yang pertama menggunakan *anchor bolt* dan yang kedua bisa dengan pengelasan *baseframe* pada *embedded plate* yang tertanam pada pondasi.

Plat Baja

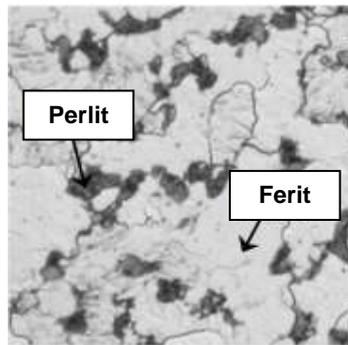
Material menggunakan standard yang ada di Indonesia yaitu plat baja dengan standard ASTM A36.



Gambar 4.2 Mikrostruktur baja ASTM A36 – 200x

Struktur Mikro

Ferit – Perlit

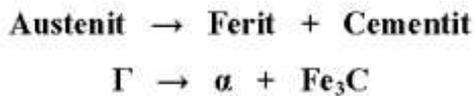


Gambar 4.3 Mikrostruktur baja ASTM A36 – 350x (hitam dan putih)

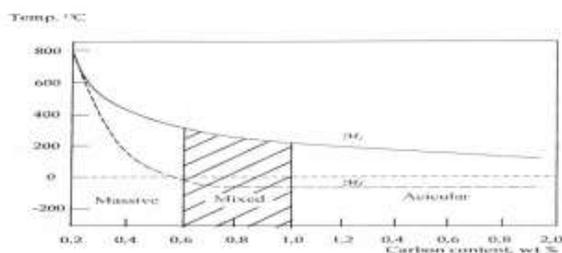
Baja yang mengandung struktur mikro ferit terdapat pada baja yang memiliki kandungan karbon rendah. Dimana kelarutan karbon di dalam fasa a sekitar 0,008 %. Struktur mikro dari butir ferit tersebut berbentuk polygonal. Ferit merupakan fasa yang bersifat lunak dengan kekuatan rendah.[8]

**Austenit**

Jika material baja dipanaskan sedikit diatas temperatur transformasi dengan waktu yang cukup, maka diperoleh larutan padat austenit dengan struktur kps. Fasa ini dapat melarutkan karbon berbentuk larutan padat interstisial sebanyak 2,06 % pada temperatur 1148 oC dan kemudian turun menjadi 0,8 % pada temperatur 723oC. Reaksi setimbang yang terjadi waktu pendinginan adalah sebagai berikut:



Pada diagram kesetimbangan Fe-Fe<sub>3</sub>C, terlihat bahwa transformasi yang dapat terjadi pada proses pemanasan adalah transformasi perlit menjadi austenit pada temperatur di atas garis A3.[3]



Gambar 4.4 Pengaruh kadar karbon terhadap temperature Ms dan Mf

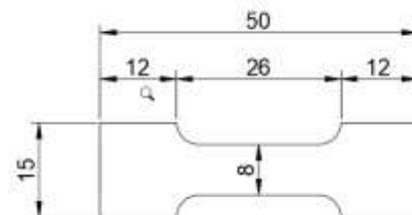
**Martensit**

Transformasi martensit hanya terjadi pada austenit yang dilakukan pendinginan dengan sangat cepat tanpa disertai penyusunan atom karbon secara difusi pada kisi-kisi austenit. Pembentukan martensit terjadi oleh proses pergeseran atom sebesar jarak atom-atomnya. Disamping itu selama proses pembentukan

martensit tidak terjadi perubahan komposisi di dalam larutan padat. Akibat pergeseran atom ini, menyebabkan terjadinya perubahan struktur dari kubik pemusatan sisi (kps) menjadi tetragonal pemusatan ruang (tpr). Pembentukan martensit dimulai pada garis martensit stars (Ms) dan berakhir pada garis martensit finish (Mf). Garis Ms dan Mf tidak dipengaruhi oleh laju pendinginan tetapi ditentukan oleh komposisi kimia. Martensit stars (Ms) sebagai fungsi komposisi kimia menurut K-E Thelning memformulasikan sebagai berikut: Ms (oC) = 561-474 C-33 Mn-17 Ni-17 Cr – 21 Mo. Dari rumus empiris yang diturunkan K-E Thelning, maka unsur yang paling dominant menentukan martensid adalah karbon. Hal ini dapat dilihat pada gambar 20 bahwa dengan semakin besar kadar karbon dalam baja maka temperatur martensit starts (Ms) dan temperatur martensit finish (Mf) akan menurun.[9]

**Uji Tarik**

Dengan pengujian ini mendapatkan hasil maksimal Tarik 265 MPa sampai dengan material uji terputus atau disebut dengan maksimal material stress 250 MPa jika mengacu pada standard material dengan nilai strain 5% terjadi perubahan Panjang pada material uji tersebut.[10]

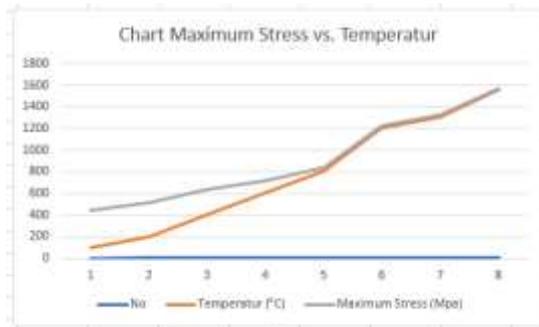


Gambar 4.5 Desain Material Uji Tarik

Dilakukan pengujian Tarik sampel material terhadap thermal, dengan hasil diketahui sebagai berikut :

Tabel 4.2 Maksimum Stress vs. Temperatur

No	Temperatur (°C)	Maximum Stress (Mpa)
1	100	340
2	200	315
3	400	230
4	600	110
5	800	30
6	1200	20
7	1300	18
8	1550	15



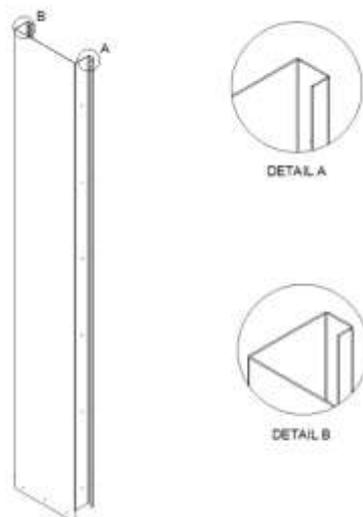
Gambar 4.6 Chart Maksimum Stress vs. Temperatur

Dengan melihat hasil yang digambarkan pada table dan chart diatas bahwa paparan temperature semakin tinggi membuat nilai maksimum stress pada material tersebut menjadi menurun. Dibawah ini adalah contoh pengujian Tarik material yang dilakukan di lab uji material Universitas Indonesia :



Gambar 4.7 Uji Tarik Material

**Dinding Modular**



Gambar 4.8 Desain Dinding Modular

Dinding yang terbuat dari plat baja yang ditekuk sedemikian rupa menjadi modular-modular dinding standard dengan setiap ujungnya diberi tekukan untuk saling mengikat satu dengan yang lainnya dan berguna juga untuk mencegah potensi air masuk melewati celah-celah antar dinding. Dalam penggunaan plat baja biasanya digunakan berbagai macam varian ketebalan disesuaikan dengan kebutuhan dari ketahanan permeter persegi terhadap *pressure*

**Desain Dinding Modular**

Desain dinding modular dibuat disetiap ujungnya memiliki tekukan seperti pengait itu diperuntukan untuk pengikat antar dinding yang satu dengan yang lainnya dan untuk proteksi aliran air hujan yang masuk kedalam dinding melewati celah-celah antara dinding satu dengan yang lainnya.

**Dimensi**

Ukuran dinding modular pada dasarnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifikasi tertentu tetapi tetap beracuan pada ukuran dan efisiensi standard material agar biaya produksi bisa optimal sehingga harga jual menjadi kompetitif.



Gambar 4.9 Dimensi Dinding Modular

Pada gambar diatas adalah ukuran standard dinding modular dengan lebar (L) = 362,5mm, tebal (T) = 82mm, Panjang (P) = 2440mm dan tebal plat baja (t) = 1,5mm. disetiap ujung dinding diberikan tekukan seperti pengait, tekukan pertama atau sebelah kanan tekukan mengarah dalam kemudian tekukan kedua atau sebelah kiri tekukan mengarah kearah luar, tekukan tersebut bertujuan supaya dinding dapat saling mengikat satu dengan yang lainnya.

**Bentangan**

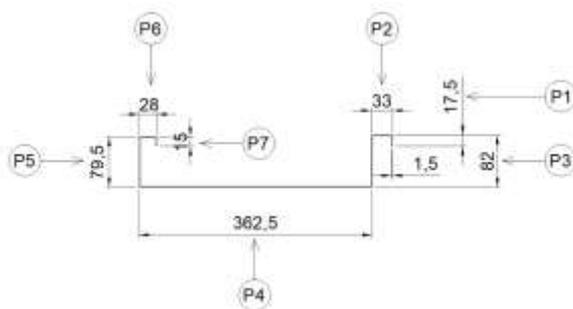
Bentangan atau istilah lainnya di pengerjaan *sheet metal* adalah *flat fattern*, ini adalah kondisi ukuran plat baja saat belum ditekuk atau saat masih berbentuk lembaran plat

sehingga ketika proses penekukan ukuran yang diinginkan bisa tercapai, Dalam proses pengerjaan material *sheer metal* bentangan atau biasa disebut juga dengan istilah *flat fattern* bertujuan untuk estimasi penggunaan material dan acuan untuk operator mesin tekuk atau mesin bending melakukan pengerjaan proses penekukan material tersebut sesuai dengan intruksi gambar kerja. berikut adalah tabel untuk standard perhitungan untuk mendapatkan nilai dari bentangan atau *flat fattern* penekukan plat baja :

NO.	Thickness	Bend Shrink	K- Faktor
1	1	0.8	0.53
2	1.2	1.1	0.33
3	1.5	1.42	0.25
4	2	1.75	0.295
5	2.3	2	0.285
6	2.5	2.3	0.21
7	3	2.65	0.24
8	3.2	2.8	0.245
9	4	3.75	0.148
10	4.5	4.4	0.09
11	5	4.8	0.105
12	6	5.5	0.152
13	7.5	7	0.121
14	8	7.5	0.113
15	9	8.5	0.101
16	10	9.5	0.091

Tabel 4.3 Data Bending

Untuk memperhitungkan setiap ukuran luar ke bagian luar plat adalah menjumlahkan semua kemudian dikurangi 2x *bend shrink* untuk setiap tekukanya seperti ilustrasi dibawah :



Gambar 4.10 Panandaan Ukuran Dinding Modular

$$F_p = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7) - ((2 \times J_b) \times B_s))$$

$$F_p = (17.5 + 33 + 82 + 362.5 + 79.5 + 28 + 15) - ((2 \times 6) \times 1.42))$$

$$F_p = (617.5) - (12 \times 1.42)$$

$$F_p = 617.5 - 17.04$$

$$F_p = 600.46$$

Keterangan :

- F<sub>p</sub> = Flat Pattern
- P = Panjang
- J<sub>b</sub> = Jumlah Bendingan
- B<sub>s</sub> = Bend Shrink

[11]



Gambar 4.11 Bentangan Plat

Jadi bentangan yang diperlukan untuk satu buah dinding modular interlock adalah 600.46mm dengan tinggi dinding 2440mm, jadi satu lembar plat utuh dengan ukuran standard 1220mm x 2440mm dapat dijadikan menjadi 2 buah dinding modular.

**Uji Ketahanan Dinding Modular**

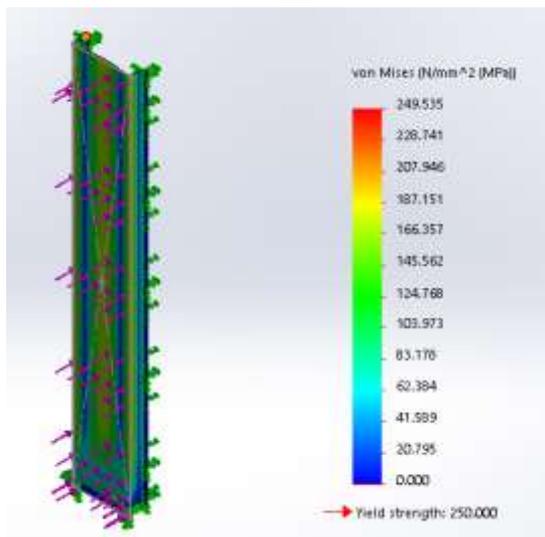
Dilakukan uji atau simulasi maksimal ketahanan dinding modular terhadap *pressure* menggunakan tools *solidworks* untuk mengetahui nilai maksimum material stress, material depleksi dan material deforms yang terjadi pada dinding modular dari arah luar dinding atau pada bagian permukaan yang lebarnya 362,5mm untuk diketahui titik batas material stress, strain dan depleksi. Dalam

simulasi ini tidak terpengaruh terhadap temperature hanya dilakukan pengujian terhadap *pressure* dengan posisi tumpuan sesuai dengan aktual proses instalasi dinding modular. Dalam pengujian simulasi dengan bantuan software dilakukan berbagai varian *pressure* untuk mengetahui maksimum Ketahanan dinding modular terhadap *pressure* dengan spesifikasi :

- Jenis Material : ASTM A36
- Tebal Plat : 1.5mm
- Model : *Interlock*
- Lebar : 362.5mm
- Tebal Dinding : 82mm
- Tinggi : 2440mm
- Yield Strenght : 250 MPa

**Simulasi *Material Stress***

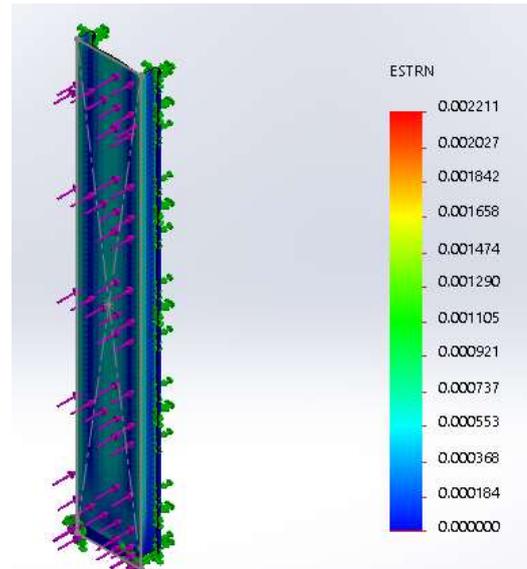
Pengujian *Material Stress* dilakukan untuk mengetahui ketahanan maksimal dinding modular terhadap *tekanan*, dengan posisi pengikat atau *fixing* sesuai dengan actual pemasangan pada keliling dinding yaitu bagian atas, bagian bawah, bagian samping kanan & bagian samping kiri.



Gambar 4.12 Simulasi Material Stress

**Simulasi *Material Strain***

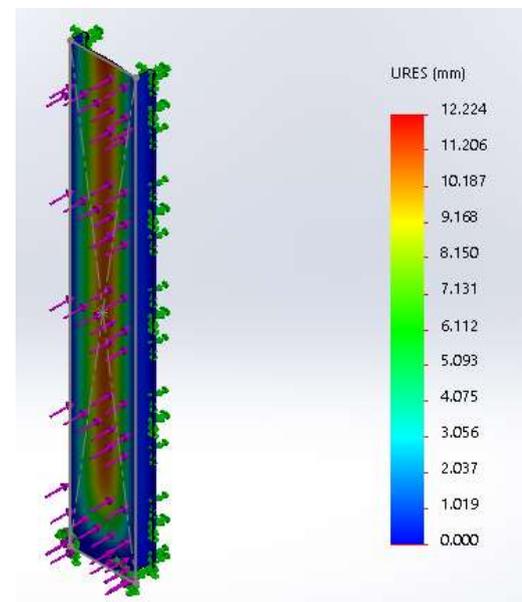
Pengujian *Material Strain* atau material deformasi dilakukan untuk mengetahui perubahan bentuk maksimal dinding modular terhadap *tekanan*, dengan posisi pengikat atau *fixing* sesuai dengan actual pemasangan pada keliling dinding yaitu bagian atas, bagian bawah, bagian samping kanan & bagian samping kiri.



Gambar 4.13 Simulasi Material *Strain*

**Simulasi *Material Depleksi***

Pengujian *Material Strain* dilakukan untuk mengetahui lendutan bentuk maksimal dinding modular terhadap *tekanan*, dengan posisi pengikat atau *fixing* sesuai dengan actual pemasangan pada keliling dinding yaitu bagian atas, bagian bawah, bagian samping kanan & bagian samping kiri.



Gambar 4.14 Simulasi Material Depleksi

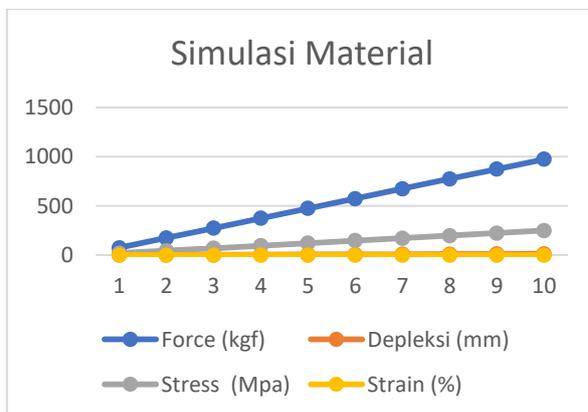
Note : Gradasi warna dari biru hingga merah pada gambar 4.12, gambar 4.13 dan gambar 4.14 adalah indikator tingkat besarnya pengaruh yang terjadi pada dinding modular terhadap tekanan yang diberikan. Warna biru adalah batas nilai terendah, warna hijau adalah nilai rata-rata, warna kuning adalah nilai hamper mendekati nilai maksimal dan

warna merah adalah nilai maksimal yang terjadi

Tabel 4.4 Data Simulasi Material

Force (kgf)	Depleksi (mm)	Stress (Mpa)	Defromasi (%)
75	0,941	19,196	0,0002
175	2,197	44,792	0,0004
275	3,453	70,388	0,0006
375	4,709	95,984	0,0008
475	5,965	121,58	0,0011
575	7,221	147,18	0,0013
675	8,477	172,77	0,0015
775	9,733	198,37	0,0017
875	10,989	223,96	0,002
975	12,245	249,56	0,0022

Berdasarkan tabel 4.4 diatas semakin besar beban yang di terima oleh dinding modular maka tingkat material stress, material depleksi dan material deformasi akan semakin tinggi. Untuk desain dinding modular seperti pada gambar 4.10 dapat menahan maksimal beban sebesar 975 kgf dengan nilai material stress 249.56 MPa, material depleksi sebesar 12.25mm dan material deformasi sebesar 0.0022%



Gambar 4.15 Grafik Simulasi Material

**KESIMPULAN**

Setelah melakukan rancangan dinding modular dengan sitem *interlock* , Maka dapat disimpulkan :

1. Proses pembuatan modular dinding sangat mudah, hanya memerlukan material plat baja dengan ketebalan 1.5mm standard ASTM A36 dan tools bending standar.

2. 1 lembar plat baja standard dengan ukuran 1200mm x 2400mm dapat menjadi dua buah modular dinding
3. Memiliki 2 opsi perakitan. Yang pertama dengan cara pabrikan dan yang kedua dengan cara perakitan langsung di area proyek
4. Dapat memudahkan dalam membungun sebuah bangunan sementara di *remote area* yang biasanya daerah tersebut sulit untk akses kendaraan besar atau kesulitan dalam pembelian bahan baku.
5. Dinding modular memiliki 3 fungsi bagian, yang pertama sebagai dinding atau dipasang secara vertical, dan fungsi bagian kedua adalah sebagai atap dan *ceiling* dipasang secara horizontal.
6. Dinding modular dihubungkan dengan dua bagian, pertama *floor cap* untuk menghubungkan antara dinding dengan *baseframe*, kemudian yang kedua *roof cap* untuk menghubungkan dinding modular dengan atap
7. Dinding modular dapat menahan tekanan sampai dengan 975 kgf dengan nilai Stress 249.56 MPa, Strain 0.0022% dan depleksi 12.25mm
8. paparan temperature semakin tinggi membuat nilai maksimum stress pada material tersebut menjadi menurun.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] H.-P. Berg and N. Fritze, "Risk and Consequences of Transformer Explosions and Fires in Nuclear Power Plants / Ryzyko I Konsekwencje Wybuchów Transformatora I Pożarów W Elektrowniach Jądrowych," *Journal of KONBiN*, vol. 23, no. 1. pp. 5–16, 2018, doi: 10.2478/jok-2013-0034.
- [2] S. Chongkhong, "International Transaction Journal of Engineering , Management , & Applied Sciences & Technologies Optimization of Enzymatic Clarification from Corncob," vol. 5, no. 1, pp. 67–76, 2014.
- [3] P. Preedawiphat *et al.*, "Mechanical investigations of astm a36 welded steels with stainless steel cladding," *Coatings*, vol. 10, no. 9, 2020, doi: 10.3390/coatings10090844.
- [4] D. L. Naik, H. U. Sajid, and R. Kiran, "Texture-based metallurgical phase identification in structural steels: A supervised machine learning approach," *Metals (Basel)*, vol. 9, no. 5, pp. 1–27, 2019, doi:

- 10.3390/met9050546.
- [5] E. Sutikno, T. Mesin, and U. Brawijaya, "PADA DESAIN CARBODY TeC RAILBUS DENGAN," vol. 2, no. 1, pp. 65–81, 2011.
- [6] R. H. Ucok Mulyo Sugeng, "Ucok Mulyo Sugeng \*, Razul Harfi \*," pp. 17–27, 2017.
- [7] U. M. Sugeng and R. Harfi, "Perancangan Dan Analisa Biaya Alat Penguji Kekuatan Tekan Genteng Keramik Berglazur," *Progr. Stud. Tek. Ind. Inst. Sains dan Teknol. Nas.*, vol. 2, no. 1, p. 10, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/916>.
- [8] S. Abdunnaser, "Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon ASTM A-36," *Bina Tek.*, vol. 11, no. 2, pp. 155–170, 2015.
- [9] F. T. Kelautan, "STUDI EKSPERIMEN PENGARUH QUENCHING MIKRO PADA SAMBUNGAN PLAT ASTM A36," 2014.
- [10] R. W. Armstrong, "Size effects on material yield strength/deformation/fracturing properties," *J. Mater. Res.*, vol. 34, no. 13, pp. 2161–2176, 2019, doi: 10.1557/jmr.2018.406.
- [11] O. M. Ibearugbulem, L. Anyaogu, and G. O. Christopher, "Pure Bending Analysis of Thin Rectangular Flat Plate with All Edges Clamped Carrying Uniformly Distributed Load Using Euler-Bernoulli Residual Force Approach," no. December, 2020.
- [1] H.-P. Berg and N. Fritze, "Risk and Consequences of Transformer Explosions and Fires in Nuclear Power Plants / Ryzyko I Konsekwencje Wybuchów Transformatora I Pożarów W Elektrowniach Jądrowych," *Journal of KONBiN*, vol. 23, no. 1, pp. 5–16, 2018, doi: 10.2478/jok-2013-0034.
- [2] S. Chongkhong, "International Transaction Journal of Engineering , Management , & Applied Sciences & Technologies Optimization of Enzymatic Clarification from Corncob," vol. 5, no. 1, pp. 67–76, 2014.
- [3] P. Preedawiphath *et al.*, "Mechanical investigations of astm a36 welded steels with stainless steel cladding," *Coatings*, vol. 10, no. 9, 2020, doi: 10.3390/coatings10090844.
- [4] D. L. Naik, H. U. Sajid, and R. Kiran, "Texture-based metallurgical phase identification in structural steels: A supervised machine learning approach," *Metals (Basel)*, vol. 9, no. 5, pp. 1–27, 2019, doi: 10.3390/met9050546.
- [5] E. Sutikno, T. Mesin, and U. Brawijaya, "PADA DESAIN CARBODY TeC RAILBUS DENGAN," vol. 2, no. 1, pp. 65–81, 2011.
- [6] R. H. Ucok Mulyo Sugeng, "Ucok Mulyo Sugeng \*, Razul Harfi \*," pp. 17–27, 2017.
- [7] U. M. Sugeng and R. Harfi, "Perancangan Dan Analisa Biaya Alat Penguji Kekuatan Tekan Genteng Keramik Berglazur," *Progr. Stud. Tek. Ind. Inst. Sains dan Teknol. Nas.*, vol. 2, no. 1, p. 10, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/916>.
- [8] S. Abdunnaser, "Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon ASTM A-36," *Bina Tek.*, vol. 11, no. 2, pp. 155–170, 2015.
- [9] F. T. Kelautan, "STUDI EKSPERIMEN PENGARUH QUENCHING MIKRO PADA SAMBUNGAN PLAT ASTM A36," 2014.
- [10] R. W. Armstrong, "Size effects on material yield strength/deformation/fracturing properties," *J. Mater. Res.*, vol. 34, no. 13, pp. 2161–2176, 2019, doi: 10.1557/jmr.2018.406.
- [11] O. M. Ibearugbulem, L. Anyaogu, and G. O. Christopher, "Pure

- Bending Analysis of Thin Rectangular Flat Plate with All Edges Clamped Carrying Uniformly Distributed Load Using Euler-Bernoulli Residual Force Approach,” no. December, 2020.
- [1] H.-P. Berg and N. Fritze, “Risk and Consequences of Transformer Explosions and Fires in Nuclear Power Plants / Ryzyko I Konsekwencje Wybuchów Transformatora I Pożarów W Elektrowniach Jądrowych,” *Journal of KONBiN*, vol. 23, no. 1. pp. 5–16, 2018, doi: 10.2478/jok-2013-0034.
- [2] S. Chongkhong, “International Transaction Journal of Engineering , Management , & Applied Sciences & Technologies Optimization of Enzymatic Clarification from Corncob,” vol. 5, no. 1, pp. 67–76, 2014.
- [3] P. Preedawiphat *et al.*, “Mechanical investigations of astm a36 welded steels with stainless steel cladding,” *Coatings*, vol. 10, no. 9, 2020, doi: 10.3390/coatings10090844.
- [4] D. L. Naik, H. U. Sajid, and R. Kiran, “Texture-based metallurgical phase identification in structural steels: A supervised machine learning approach,” *Metals (Basel)*, vol. 9, no. 5, pp. 1–27, 2019, doi: 10.3390/met9050546.
- [5] E. Sutikno, T. Mesin, and U. Brawijaya, “PADA DESAIN CARBODY TeC RAILBUS DENGAN,” vol. 2, no. 1, pp. 65–81, 2011.
- [6] R. H. Ucok Mulyo Sugeng, “Ucok Mulyo Sugeng \*, Razul Harfi \*,” pp. 17–27, 2017.
- [7] U. M. Sugeng and R. Harfi, “Perancangan Dan Analisa Biaya Alat Penguji Kekuatan Tekan Genteng Keramik Berglazur,” *Progr. Stud. Tek. Ind. Inst. Sains dan Teknol. Nas.*, vol. 2, no. 1, p. 10, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/916>.
- [8] S. Abdunnaser, “Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon ASTM A-36,” *Bina Tek.*, vol. 11, no. 2, pp. 155–170, 2015.
- [9] F. T. Kelautan, “STUDI EKSPERIMEN PENGARUH QUENCHING MIKRO PADA SAMBUNGAN PLAT ASTM A36,” 2014.
- [10] R. W. Armstrong, “Size effects on material yield strength/deformation/fracturing properties,” *J. Mater. Res.*, vol. 34, no. 13, pp. 2161–2176, 2019, doi: 10.1557/jmr.2018.406.
- [11] O. M. Ibearugbulem, L. Anyaogu, and G. O. Christopher, “Pure Bending Analysis of Thin Rectangular Flat Plate with All Edges Clamped Carrying Uniformly Distributed Load Using Euler-Bernoulli Residual Force Approach,” no. December, 2020.