

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi pembuatan kapal mulai menunjukkan hal ke arah yang lebih baik, kapal sebagai media utama transportasi laut merupakan ladang bisnis yang cukup menjanjikan untuk industri pembangunan kapal di Indonesia. Faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi kapal sangat di perhatikan, hal utama yang menyangkut dengan efisiensi dan efektifitas produksi kapal sangat perlu di perhatikan, terutama dalam hal perhitungan berat baja kapal. Karena dengan bertambah besarnya berat akan mengurangi jumlah muatan yang dapat di angkut oleh kapal tersebut dan juga secara otomatis mempengaruhi stabilitas kapal dan lain sebagainya. Dengan adanya kondisi tersebut maka di perlukan perhitungan terhadap efektifitas berat baja kapal yang nantinya digunakan agar hasil perhitungan tersebut memenuhi dengan apa yang diharapkan oleh pihak *owner*. Pengembangan metode pengerjaan yang sebelumnya di rasa kurang menghasilkan hasil yang maksimal di karenakan adanya perbedaan faktor yang ada untuk kondisi sekarang yaitu pada saat produksi baik faktor teknik maupun faktor kualitas sumber daya manusianya.

Plat stopper merupakan konstruksi yang terletak pada suatu bidang datar dan dihubungkan dengan crossbar dengan tumpuan pada ujungnya sehingga membentuk suatu bangunan, tumpuan yang digunakan pada konstruksi frame ini adalah tumpuan engsel-engsel. Suatu elemen struktur kolom biasanya harus memikul beban aksial (tarik atau tekan) dan momen lentur secara bersama- sama maka elemen tersebut dapat dikatakan balok kolom (*beam-columns*). Apabila besarnya gaya aksial yang bekerja cukup kecil dibandingkan momen lentur yang bekerja, maka efek dari gaya aksial tersebut diabaikan dan komponen tersebut dapat di desain sebagai komponen struktur lentur, sedangkan gaya aksial yang bekerja lebih dominan daripada momen lentur, maka komponen struktur tersebut harus di desain sebagai komponen struktur tarik (jika gaya yang bekerja gaya aksial tarik) atau di desain sebagai komponen struktur tekan (jika yang bekerja gaya aksial tekan).

Ansys merupakan salah satu metode analisa yang dilakukan dengan cara membagi sistem yang dianalisa menjadi elemen - elemen kecil yang berhingga dengan bentuk yang sederhana. Elemen - elemen ini memiliki titik – titik yang disebut node dimana perhitungan

dilakukan atau dengan kata lain node adalah representasi elemen terhadap jenis analisa dan pembebanan yang diberikan.

Dengan era teknologi yang lebih canggih di dunia maritim ini, maka untuk menganalisa plat stopper mulai dari jaman dulu yang pernah diterapkan di PT. X mulai dari model dan bentuk plat, ukuran plat yang digunakan dengan menggunakan welding semua maka dengan ini saya akan menerapkan plat stopper dengan pengelasan lebih sedikit dan kualitas kerja yang lebih baik, untuk stabilitas saat penjoinan antara block satu dan block dua itu untuk menghasilkan kerataan dan dengan model yang saya analisa ini dengan yang berbeda dari dulu yang pernah di terapkan, maka apakah hasil kekuatannya lebih baik ini atau mana sebaliknya maka dengan ini judul saya analisa tentang “***Analisis Kekuatan Plat Stopper pada Join Erection Menggunakan Metode Elemen Hingga*** “ pada analisa yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan plat stopper pada pekerjaan pembangunan kapal baru.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari pemaparan latar belakang di atas, permasalahan yang di angkat dalam penelitian ini adalah bagaimana cara mengidentifikasi dan mengevaluasi kekuatan pada plat stopper yang ada di PT. X maka didapatkan rumusan masalah yang akan diangkat dalam tugas akhir ini, yaitu :

1. Bagaimana mengetahui kekuatan dan ketebalan pada plat stopper yang sesuai ?
2. Bagaimana mengetahui Standart plat stopper?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dilakukanya tugas akhir ini adalah agar perusahaan bisa memiliki standarisasi dari plat stopper saat penjoinan block..

1. Untuk mengetahui kekuatan dan ketebalan plat stopper yang sesuai.
2. Untuk mengetahui Standart plat stopper yang sesuai.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat bagi penelitian untuk menghasilkan kualitas kerja yang lebih baik, menambah wawasan akan pengetahuan tentang proses Joint Erection.

2. Manfaat bagi perusahaan dapat digunakan/aplikasikan terhadap peroyek pembuatan kapal selanjutnya, agar meminimallisir terjadinya cacat pada area joint line.

1.5 BATASAN MASALAH

Perlunya batasan penelitian dilakukan agar masalah tidak menyimpang jauh dari permasalahan pokok yang telah direncanakan. Adapun hal - hal yang menjadi batasan masalah antara lain :

1. Menghitung kekuatan pada plat stopper menggunakan metode elemen hingga yang dikerjakan dengan menggunakan Software ANSYS.
2. Penelitian di lakukan di bengkel Erection.
3. Tidak melakukan analisa ekonomis
4. Meneliti plat stopper yang akan di gunakan saat joint block pada kapal LPD.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kapal Landing Platform Dock (LPD)

LPD adalah kapal perang multi fungsi dengan bobot 7000 DWT. Selain mengangkut pasukan, kapal LPD juga dilengkapi dengan beberapa fasilitas, dua buah helikopter, dua Unit LCU, dua unit RHIB, beberapa unit tank amfibi, kendaraan logistik, Ambulance, meriam dan lain – lain.

Proses pembangunan proyek kapal LPD dilaksanakan di Divisi kapal Niaga PT. X.

2.2 Proses Pembangunan Kapal

Menurut Richard C. Moore (1995), garis besar pembagunan kapal dapat dibagi menjadi dua tahap yaitu :

- Tahap desain
- Tahap pembangunan fisik

a. Tahap desain

Pada tahap ini keinginan serta gagasan dari pemilik kapal (*owner*) dipelajari secara seksama berdasarkan data yang telah ada, kemudian dituangkan kedalam garis besar data sementara dari data kapal yang akan dibangun. Data ini biasanya berupa ukuran utama kapal seperti panjang, lebar, tinggi, sarat dan kapasitas kapal serta rute pelayaran.

b. Tahap pembangunan fisik

Tahap ini merupakan tahap yang pengerjaannya membutuhkan waktu yang paling lama, karena apa yang telah dihitung dan digambarkan dalam desain kemudian diwujudkan dalam bentuk nyata.

Pada tahapan ini terdapat beberapa bagian yang dilakukan antara lain :

- Pembuatan lambung dan bangunan atas
- Pemasangan instalasi mesin dan mesin utama (*Main Engine*)
- Pemasangan mesin-mesin bantu (*Auxiliary Engine*)
- Pemasangan instalasi listrik (*.Electrical*)
- Pemasangan instalasi pompa
- Pemasangan peralatan dan perlengkapan
- Peluncuran (*Launching*)

2.3 Pengenalan Konsep PWBS

Konsep PWBS membagi proses produksi kapal menjadi tiga jenis pekerjaan yaitu:

1. Klasifikasi pertama adalah : *Hull Construction*, *Outfitting* dan *Painting*.

Dari ketiga jenis pekerjaan tersebut masing-masing mempunyai masalah dan sifat yang berbeda dari yang lain. Selanjutnya, masing-masing pekerjaan tersebut dibagi lagi ke dalam pekerjaan *fabrikasi* dan *assembly*. Subdivisi *assembly* inilah yang terkait dengan *zona* dan yang merupakan dominasi dasar bagi *zona* di siklus manajemen pembangunan kapal. *Zona* yang berorientasi produk, yaitu *Hull Blok Construction Method* (HBCM) dan sudah diterapkan untuk konstruksi lambung oleh sebagian besar galangan kapal.

2. Klasifikasi kedua adalah mengklasifikasikan produk berdasarkan produk antara (*interim product*) sesuai dengan sumber daya yang dibutuhkan, misalnya produk antara di bengkel *fabrication*, *assembly* dan bengkel *erection*. Sumber daya tersebut meliputi :

- Bahan (*Material*), yang digunakan untuk proses produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya pelat baja, mesin, kabel, minyak, dan lain – lain.
- Tenaga Kerja (*Manpower*), yang dikenakan untuk biaya produksi, baik langsung atau tidak langsung, misalnya tenaga pengelasan, *outfitting* dan lain – lain.
- Fasilitas (*Facilities*), yang digunakan untuk proses produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya, gedung, dermaga, mesin, perlengkapan, peralatan dan lain - lain
- Beban (*Exspenses*), yang dikenakan untuk biaya produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya, desain, transportasi, percobaan laut (*sea trial*), upacara, dll.

Klasifikasi ketiga adalah klasifikasi berdasarkan empat aspek produksi, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengendalian proses produksi. Aspek pertama dan kedua adalah *system* dan *zone*, merupakan sarana untuk membagi desain kapal ke masing – masing bidang perencanaan untuk di produksi. Dua aspek produksi lainnya yaitu *area* dan *stage* merupakan sarana untuk membagi proses kerja mulai dari pengadaan material untuk pembangun an kapal sampai pada saat kapal diserahkan kepada *owner*.

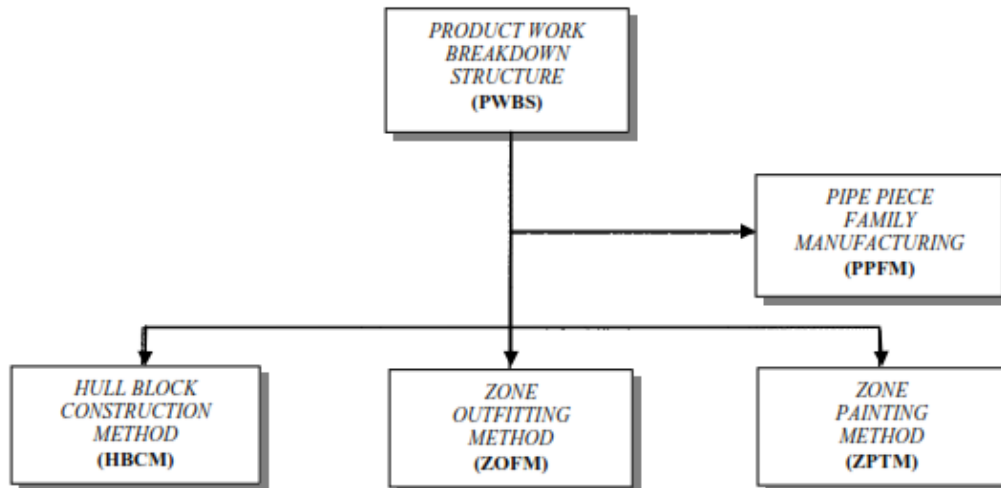
Definisi dari keempat aspek produksi tersebut adalah sebagai berikut:

- System adalah sebuah fungsi struktural atau fungsi operasional produksi, misalnya sekat longitudinal, sekat transversal, sistem tambat, bahan bakar minyak, sistem pelayanan, sistem pencahayaan, dan lain – lain.
- Zona adalah suatu tujuan proses produksi dalam pembagian lokasi suatu produk, misalnya, ruang muat, *superstructure*, kamar mesin, dan lain – lain.

- Area adalah pembagian proses produksi menurut kesamaan proses produksi ataupun masalah pekerjaan yang berdasarkan pada:
 - Bentuk (misalnya melengkung dengan blok datar, baja dengan struktur aluminium, diameter kecil dengan diameter besar pipa, dan lain - lain)
 - Kuantitas (misalnya pekerjaan dengan jalur aliran, volume on-blok perlengkapan untuk ruang mesin dengan volume on-blok perlengkapan selain untuk ruang mesin, dan lain - lain).
 - Kualitas (misalnya kelas pekerja yang dibutuhkan, dengan kelas fasilitas yang dibutuhkan, dan lain - lain).
 - Jenis pekerjaan (misalnya, penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), pembengkokan (*bending*), pengelasan (*welding*), pengecatan (*painting*), pengujian (*testing*), dan lain – lain. Dan
 - Hal lain yang berkaitan dalam pekerjaan.
- Stage adalah pembagian proses produksi sesuai dengan urutan pekerjaan, misalnya sub-pembuatan (sub-steps of fabrication), sub-perakitan (sub-assembly), perakitan (assembly), pemasangan (erection), perlengkapan on-unit (outfitting on-unit), perlengkapan on-block (outfitting on-block), dan perlengkapan on-board (outfitting on-board).

Pada dasarnya berbagai rincian yang diperlukan untuk jenis pekerjaan berorientasi produk dalam pekerjaan konstruksi kapal, harus ditentukan dahulu metode berorientasi - zona (*zone Oriented*) pekerjaan tersebut yaitu:

- Hull Block Construction Methode (HBCM)
- Zone Outfitting Method (ZOFM), dan
- Zone Painting Method (ZPTM)

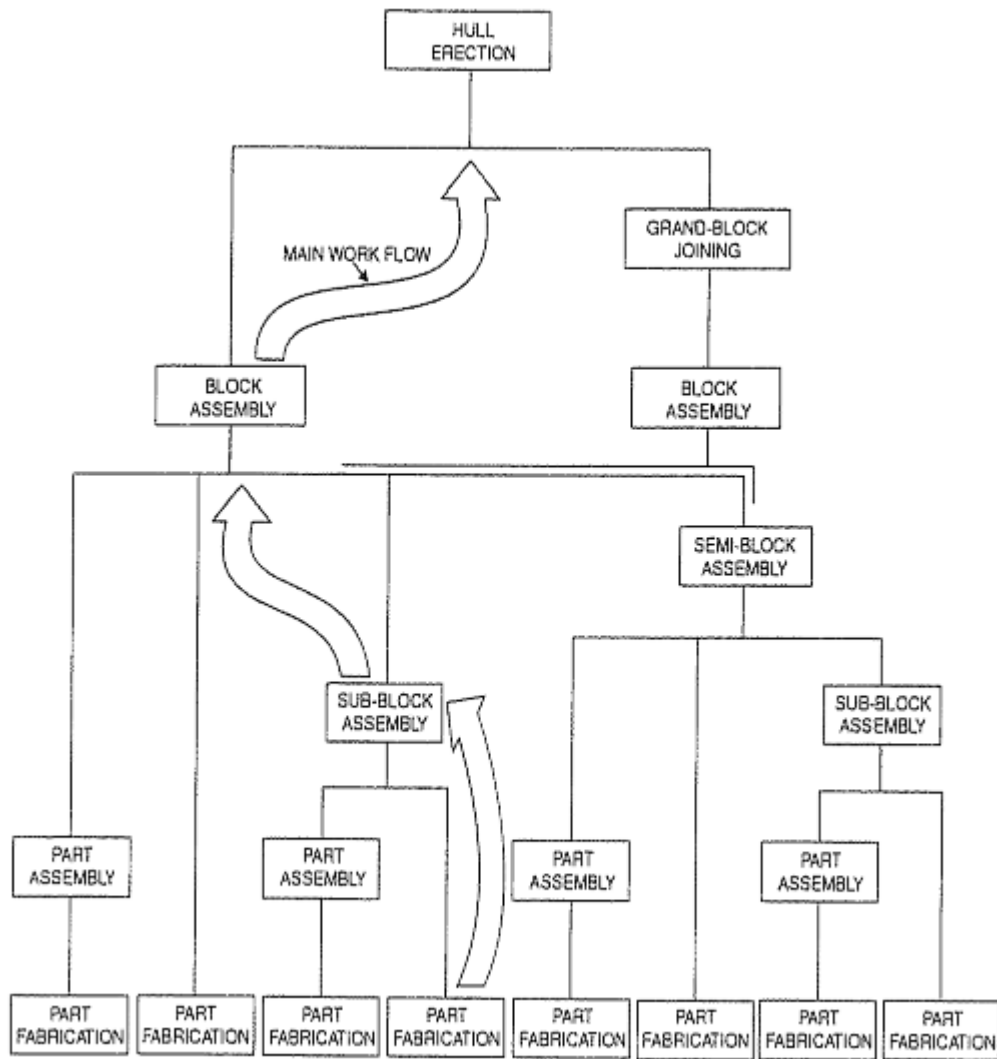


Gambar 2.4 Komponen Product Work Breakdown Structure

(Stroch, R.L. 1995. Ship Production, second edition)

Tingkat manufaktur atau tahapan untuk Hull Blok Construction Method didefinisikan sebagai kombinasi dari operasi kerja yang mengubah berbagai masukan ke dalam produk antara (interim products) yang berbeda, seperti bahan baku (material) menjadi part fabrication, part fabrication menjadi sub block assembly dan lain – lain.

Tingkat manufaktur atau tahapan untuk pembuatan kapal berdasarkan metode



Gambar 2.5 Tingkat manufaktur atau tahapan Hull Block Construction Method (HBCM)
(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)

Dari gambar 2.2 dapat dilihat bahwa material atau pelat setelah mengalami pekerjaan fabrikasi (part fabrication) yang selanjutnya di proses menjadi produk assembly (part assembly). Terdapat juga produk fabrikasi yang digabung menjadi produk sub block assembly yang selanjutnya digabung menjadi blok (block assembly). Antara block assembly digabung membentuk blok besar (grand block) dan selanjutnya membentuk badan kapal (hull construction).

Pengelompokan aspek produksi dimulai dengan kapal sebagai *zona*. Tahap pertama adalah membagi tahapan pembangunan kapal menjadi tujuh tingkat, empat alur kerja utama dan tiga dari aliran yang diperlukan seperti yang dijelaskan di atas. Masing-masing produk antara (*interim product*) kemudian diklasifikasikan berdasarkan bidang masalah dan tahap yang diperlukan untuk proses manufaktur. Pada tahap pertama, perencanaan paket pekerjaan kapal

dibagi ke dalam lambung kapal bagian depan (fore hull), ruang muat (cargo hold), ruang mesin (engine room), lambung belakang (after hull) dan bangunan atas (superstructure) karena mereka memiliki manufaktur dan masalah yang berbeda. Untuk tingkat berikutnya, tingkat sebelumnya lebih lanjut dibagi menjadi blok panel datar dan melengkung diklasifikasikan sesuai dengan bidang masalah. Produk dari semi blok, sub-blok, bagian perakitan dan bagian fabrikasi, sampai pekerjaan tidak dapat dibagi lagi (hull erection) merupakan tahapan akhir dari pembangunan konstruksi lambung kapal.

Dengan memperhatikan tujuan-tujuan dalam merencanakan konstruksi lambung dengan tujuh tingkat seperti ditunjukkan pada gambar 2.4 yang dimulai dengan tingkat blok, pekerjaan dibagi ke bagian tingkat fabrikasi untuk tujuan mengoptimalkan alur kerja. Sebaliknya, pekerjaan yang ditugaskan ke tingkat grand block berfungsi untuk mengurangi durasi yang diperlukan untuk erection dalam membangun kapal di landasan pembangunan (Building Berth).

Levels.

Plan	Mfg
1	7
2	6
3	5
4	4
5	3
6	2
7	1

Product aspect									
Zone		Area					Stage		
Ship	Block	Nil	Fore hull	Cargo hold	Engine room	Aft hull	Superstructure	Test	
								Erection	
Flat panel block			Curved panel block	Superstructure	Back Pre-erection	Nil			
					Engine Room	Nil			
Nil									
Flat			Special flat	Curved	Special curve	Superstructure	Back Assembly	Nil	
							Assembly		
							Framing	Nil	
							Plate joining	Nil	
content in a large			content in a small			Assembly	Nil		
						Assembly			
Similar work quantity			Similar work quantity			Plate joining	Nil		
						Back Assembly	Nil		
Sub block parts			Built up parts			Nil			
						Bending	Nil		
Part						Assembly			
						Bending	Nil		
						Marking and cutting			
Parallel part from plate	Non-parallel from plate	Internal part from plate	Part from rolled shape	Other	Plate joining	Nil			

Codes

Zone	Area	Stage
Ship No.	Block Code	Stage Code
Grand-Block Code	Grand-Block Code	Stage Code
Block Code	Block Code	Stage Code
Semi-Block Code	Semi-Block Code	Stage Code
Sub-Block Code	Sub-Block Code	Stage Code
Part Code	Part Code	Stage Code

Gambar 2.6 Klasifikasi dari aspek produksi *Hull Block Construction Method* (HBCM).
(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)

Pengelompokan umum oleh aspek produksi yang disajikan dalam Gambar 2.4 adalah kombinasi horisontal yang mencirikan berbagai jenis aspek pekerjaan yang diperlukan dan dilakukan untuk setiap tingkat, sedangkan kombinasi vertikal dari berbagai jenis aspek pekerjaan menunjukkan jalur proses untuk pekerjaan konstruksi lambung yang berkaitan dengan urutan dari bawah ke atas menunjukkan tingkat pekerjaan, sedangkan dalam proses perencanaan dilakukan dengan urutan dari atas ke bawah berdasarkan aspek-aspek produksi. Dari gambar-gambar tersebut yang paling diperhatikan adalah aspek produksi berdasarkan *problem area*, dimana badan kapal dibagi menjadi beberapa bagian :

- *After hull* (bagian belakang)
- *Cargo hold* (bagian ruang muat)
- *Engine Room* (bagian kamar mesin)
- *Fore Hull* (bagian depan)
- *Superstructure* (bagian bangunan atas)

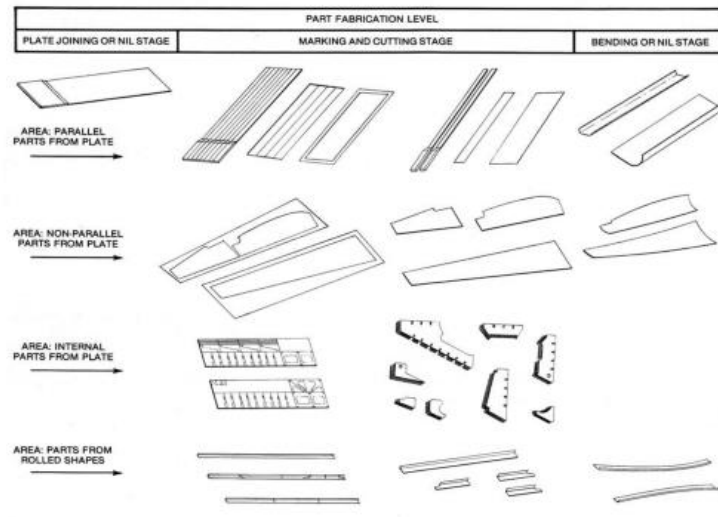
Pekerjaan badan kapal berdasarkan *Hull Block Construction Method* (HBCM) dapat dibagi menjadi beberapa bagian seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Bagian fabrikasi (*Part Fabrication*)

Part Fabrication adalah tingkat pengerjaan (*fabrication*) yang pertama. Pada tahapan ini memproduksi komponen atau zona untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi. Jenis paket pekerjaan yang dikelompokkan oleh

- Zona dan area, yaitu untuk menghubungkan bagian bahan baku (*material*) yang selesai, proses fabrikasi dan fasilitas produksi yang sesuai secara terpisah untuk:
 - *Parallel parts from plate* (bentuk paralel dari pelat)
 - *Non parallel part from plate* (bentuk non-paralel dari pelat)
 - *Internal part from plate* (internal dari pelat)
 - *Part from rolled shape* (bentuk dari material roll)
 - *Other parts* (bentuk yang lain) misalnya pipa, dan lain – lain.
- *Stage*, setelah dilakukan pengelompokan oleh *zona*, *area*, dan *similarities* (kesamaan) di bagian jenis dan ukuran, sebagai berikut :
 - Penggabungan pelat atau *nil* (tidak ada aliran produksi, sehingga dibiarkan kosong dan dilewati dalam aliran proses).
 - Penandaan dan pemotongan.
 - Pembengkokan atau *nil*

Bagian fabrikasi (*Part Fabrication*) yang memproduksi komponen atau *zona* untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi dapat dilihat pada gambar 2.4



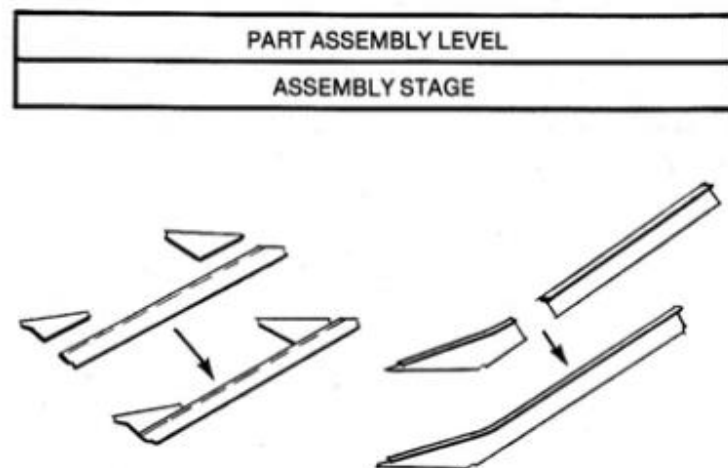
Gambar 2.7 *Part fabrication* yang tidak dapat dibagi lagi
(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)

2. Bagian Perakitan (*Part Assembly*)

Part Assembly adalah tingkat pekerjaan kedua yang berada di luar aliran kerja utama (*main work flow*) dan dikelompokkan oleh area seperti:

- *Built-up parts* (bentuk komponen asli)
- *Sub-blok parts*

Bagian Perakitan (*Part Assembly*) dapat dilihat pada gambar 2.5



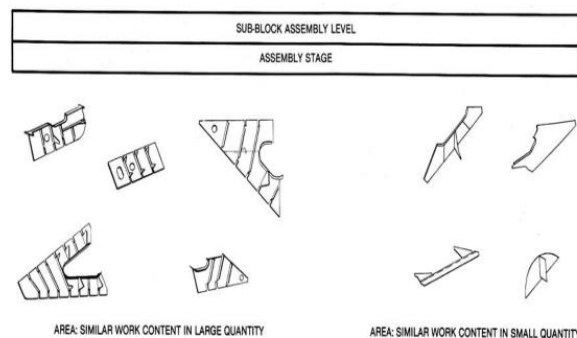
Gambar 2.8 *Part Assembly* yang berada di luar aliran kerja utama.
(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)

3. Sub-blok perakitan (*Sub-block Assembly*)

Sub-block Assembly adalah tingkat pengerjaan ketiga. Pembentukan daerah (*zone*) pada umumnya terdiri dari sejumlah fabrikasi atau hasil bentuk *assembly*. Paket pekerjaan dikelompokkan berdasarkan tingkat kesulitan untuk:

- *Similar size in large quality* (Ukuran yang sama dalam jumlah besar), misalnya besar melintang *frame*, balok-balok, *floor*, dan lain-lain.
- *Similar size in small quality* (ukuran yang sama dalam jumlah kecil)

Sub-blok perakitan (*Sub-block Assembly*) dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.9 *Sub-block Assembly* berdasarkan tingkat kesulitan.

(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)

4. *Semi-block and Block Assembly* dan *Grand-Block Joining*

Semi-block and Block Assembly dan *Grand-Block Joining* terdiri dari tiga tingkat perakitan, yaitu:

- *Semi-block assembly*
- *Block assembly* dan
- *Grand-block joining*.

Ketiganya merupakan tingkat pengerjaan selanjutnya dengan urutan sesuai dengan urutan di atas. Dari ketiganya, hanya *block-assembly* yang termasuk dalam aliran utama pekerjaan, sedangkan yang lainnya menyediakan alternatif yang berguna untuk tingkat perencanaan. Semua direncanakan sesuai dengan konsep pengelompokan paket pekerjaan berdasarkan *area* dan *stage*.

Tingkat *semi-block assembly* pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan yang sama seperti tingkat *sub-block*. Kebanyakan *semi-block* ukurannya dan dimensinya agak kecil sehingga mereka dapat diproduksi di fasilitas perakitan *sub-block*. Di perencanaan kerja, ini harus menjadi titik perbedaan untuk memisahkan perakitan *semi-block* dari perakitan

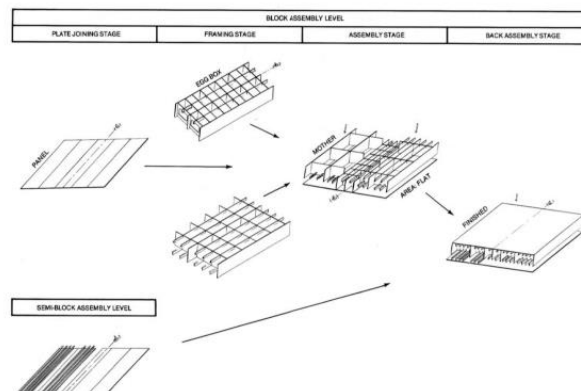
- *Flat* (pelat datar)

- ingkat *Grand-blok joining* yang berada

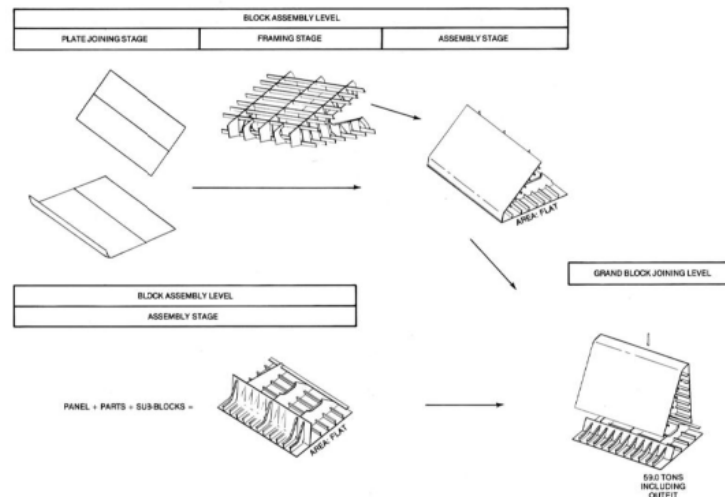
- *Flat* panel (panel datar)

- ### Mini-block and Block Assembly dan Grand-

BLOCK ASSEMBLY LEVEL	
1	2



Gambar 3.1 *Semi-block dan Block Assembly*
(Stroch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)



Gambar 3.2 Block Assembly dan Grand-Block Joining
(Storch, R.L. 1995. *Ship Production*, second edition)

5. Hull Erection

Erection adalah tingkat paling akhir dari konstruksi lambung kapal dimana tingkat kesulitan pada tingkat ini adalah :

- *Fore hull* (bagian depan lambung kapal)
- *Cargo hold* (ruang muat)
- *Engine room* (bagian kamar mesin)
- *After hull* (bagian belakang lambung kapal)
- *Superstructure* (bagian bangunan atas)

Pada tahap ini hanya dibagi menjadi dua jenis pekerjaan yaitu:

- *Erection* (penyambungan)
- *Test* (pengujian)

Pengujian pada tingkat ini seperti tes tangki, sangat penting ketika sebuah produk antara (*interim Product*) selesai. Ini diperlukan untuk pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi paket. Hasilnya dicatat dan analisis untuk dilakukan perbaikan lebih lanjut.

Pekerjaan *erection* bagian ruang muat (*cargo hold*) dan bangunan atas (*superstructure*) dapat dilihat pada gambar 2.9 dan 2.10

Richard L Storch (1995) menyebutkan *process lane* badan kapal dibagi menjadi beberapa bagian / kategori berdasarkan pada tingkat kesulitan pengerjaannya. Pembentukan kategori blok ini menentukan aliran dari *process lane* yang akan dibuat.

jenis kategori tersebut adalah :

- *Flat panel*, blok – blok dalam jumlah yang banyak dengan proses *assembly* paling mudah. Konstruksinya terdiri dari beberapa bagian pelat datar dengan sedikit pekerjaan fabrikasi yang di *assembly* hanya membetuk geladak, sekat, dasar ganda, dan lambung sisi kapal.
- *Curved shell block*, blok ini sudah terdapat bagian yang melengkung cukup besar sehingga memerlukan pekerjaan *ending* yang cukup lama dan peralatan *bending* yang memadai khususnya pelat lambung kapal bagian depan, bagian belakang dan daerah bilga.
- *Superstructure block*, blok ini terdiri dari pelat – pelat datar yang digabung. Pekerjaannya tidak terlalu sulit dan tidak memerlukan peralatan yang khusus.
- *Engine room* dan *Inner bottom*, blok ini berbentuk datar, tetapi dalam pengerjaannya perlu ketelitian yang tinggi sehingga memerlukan tenaga kerja yang terampil.
- *Special block*, merupakan bentuk blok yang khusus. Yang termasuk kategori blok ini adalah konstruksi kemudi, *hatch coaming* dan lain – lain.

3.3 Kualitas Baja

Pada awalnya badan klasifikasi LR memberikan spesifikasi yang berbeda untuk setiap baja. Namun pada tahun 1959, badan klasifikasi membuat kesepakatan untuk membakukan semua kebutuhan plat. Sekarang ada lima kualitas baja yang berbeda menurut badan klasifikasi dalam konstruksi kapal. Adapun tiap grade di beri perbedaan yaitu grade A, grade B, grade C, grade D, dan grade E. Untuk grade A merupakan baja yang mempunyai kualitas bagus untuk sebuah bangunan kapal. Sedangkan grade B adalah jenis baja ringan yang mempunyai kualitas lebih bagus dari pada baja grade A. Baja grade B merupakan baja dimana tebal platnya yang diperlukan untuk daerah kritis. Sedangkan Grade C,D,dan E memiliki tingkat kelenturan yang baik.

3.4 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah suatu metode pemaparan bagaimana perjalanan aksi hingga timbul reaksi dalam materi, atau metode untuk memperkirakan besar reaksi dan reaksi apa yang timbul dari materi tersebut. Penyelesaian Metode Elemen Hingga menghasilkan persamaan dari masalah yang dianalisa dalam sistem persamaan serentak yang harus

diselesaikan. Penyelesaian ini memberikan hasil atau penyelesaian pendekatan dari nilai yang tidak diketahui pada titik tertentu dalam sistem yang kontinyu.

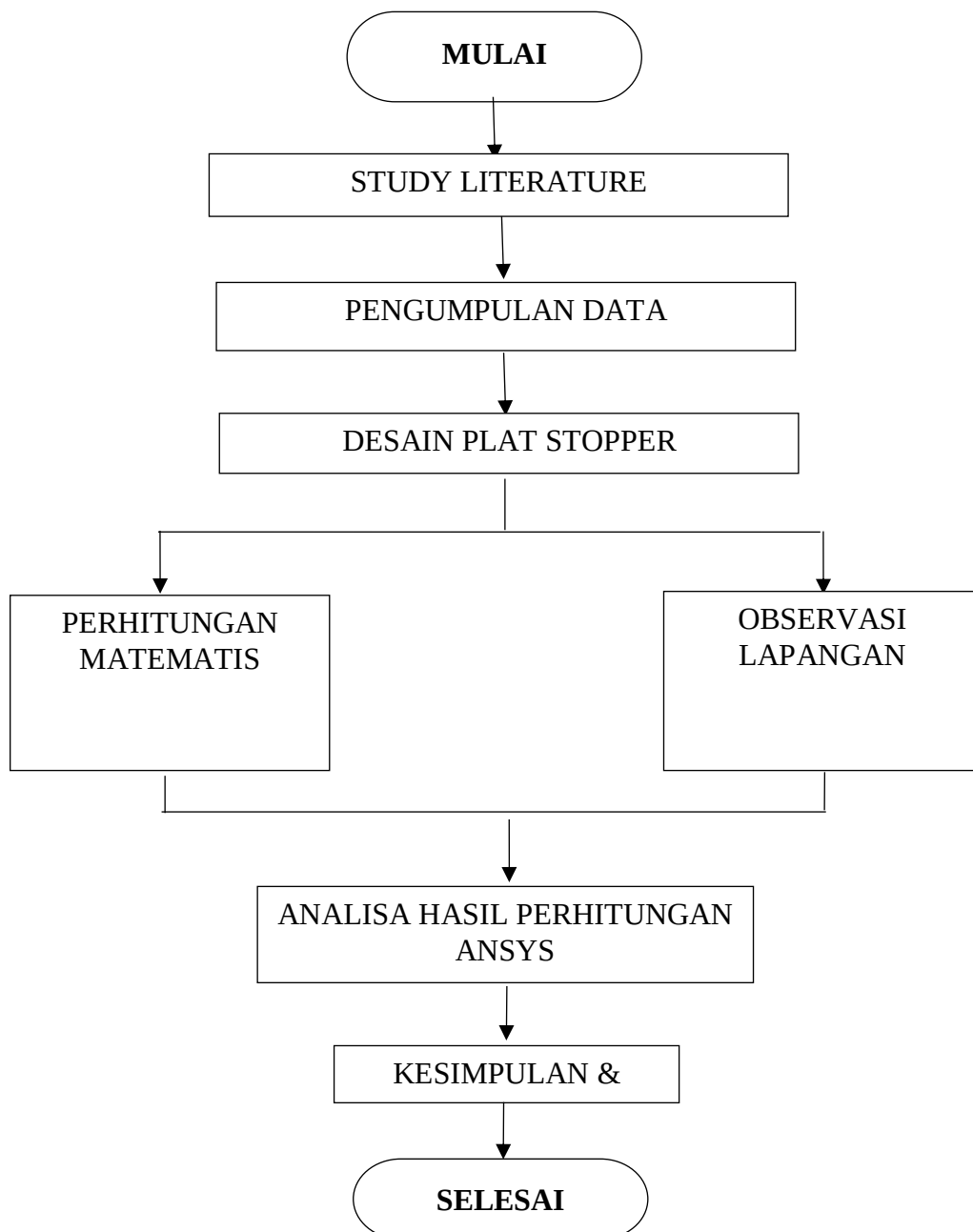
Sistem yang kontinyu adalah istilah dari kondisi struktur atau objek yang sebenarnya. Dalam metode elemen hingga persamaan dari seluruh sistem dibentuk dari penggabungan persamaan elemen-elemennya, untuk masalah struktur :
penyelesaian yang di dapat adalah deformasi (displacement) pada setiap titik (nodes) yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan besaran-besaran regangan (strain) dan tegangan (stress).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diberikan gambaran secara menyeluruh mengenai proses penelitian, mulai dari tahap Study Literature, tahap pengumpulan data, tahap analisa dan interpretasi data sampai kesimpulan dan saran, penelitian ini dilakukan dengan langkah – langkah sebagaimana yang telah disajikan.

3.1. Flowchart



Gambar 3.1. *Flowchart* pembahasan dalam metodologi penelitian

3.1 Study Literature

Study literature yang dilakukan dengan membaca berbagai jurnal di internet dan di perusahaan yang berkaitan dengan permasalahan dibahas.

3.2. Tahap Pengumpulan data

Untuk memperoleh data yang diperlukan maka dilakukan pengambilan data tentang proses Joint erection.

3.3. Perhitungan Matematis

Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan, maka akan dilakukan perhitungan matematis mengenai kekuatan plat stopper.

3.4 Perancangan Menggunakan ANSYS

Merancang Plat Stopper yang akan saya uji kekuatannya, mulai dari ukurannya dan modelnya plat sesuai desain yang ada di lapangan.

3.5 Analisa Hasil Perhitungan ANSYS

Study Literature, Tahap Pengumpulan data, Perhitungan Matematis, Observasi Lapangan, Perancangan Menggunakan ANSYS.

3.6 Kesimpulan Dan Saran

Dengan adanya kesimpulan analisa plat stopper agar bisa di ambil kesimpulan dan hasil bisa memenuhi persyaratan skripsi dengan maksimal dan jika ada kekurangan saat hasil analisa bisa di kelanjutan lebih akurat.

Sarannya jika ada kekurangan kekuatan atau perhitungannya bisa di perbaiki lebih bagus atau menggunakan metode lain pengujiannya yang lebih sempurna.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengertian Autocad (CAD)

Computer Aided Design (CAD) merupakan suatu hasil dari pengembangan grafis interaktif pada tahun 1960-an dan kemajuan dari produktifitas rekayasawan desain selama tahun 1970-an. CAD dapat digunakan oleh rekayasawan untuk mendefisikan suatu part, menganalisis faktor-faktor dalam part tersebut, mensimulasikan kinerja mekanisnya, dan lain-lain (Turner et al., 1993). Proses-proses yang dapat dilakukan CAD tersebut menghasilkan suatu basis data desain, yakni yang meliputi data geometrik (bentuk atau visual suatu part/produk) dan data non-geometrik, seperti bill of material (BOM), peralatan yang diperlukan, dan data lain yang berguna bagi pengguna basis data desain tersebut (Turner et al., 1993).

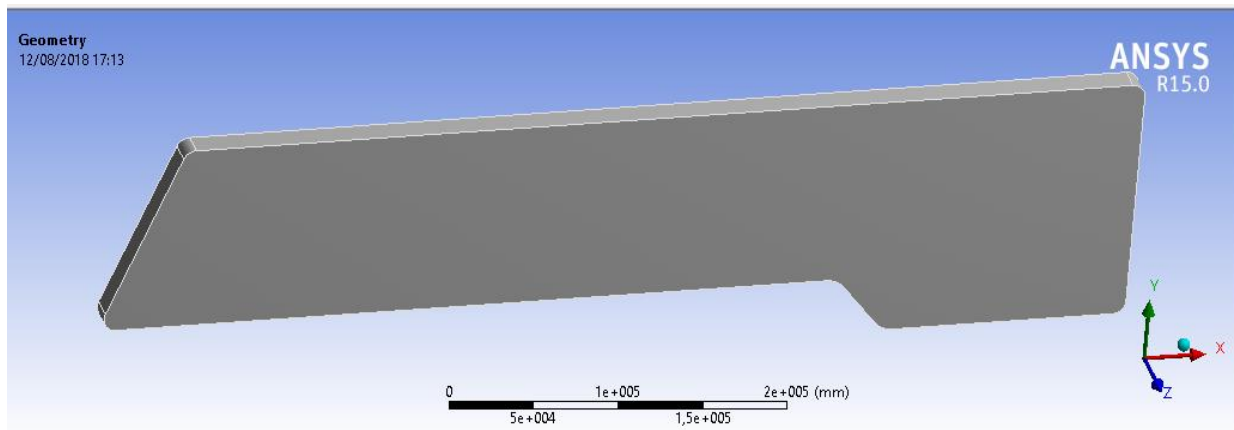
Dalam proses desain awal menggunakan autocad untuk mempermudah dan menghasilkan desain yang presisi atau akurat yang sesuai dengan plat stopper di lapangan, saat proses desain mulai dari 2D di jadikan ke proses 3D, dan di ekspor ke software ansys berupa file SAT, setelah jadi file SAT plat stopper siap untuk proses pemodelan menggunakan software ansys.

4.2 Pengertian Analisa Structural System (ANSYS)

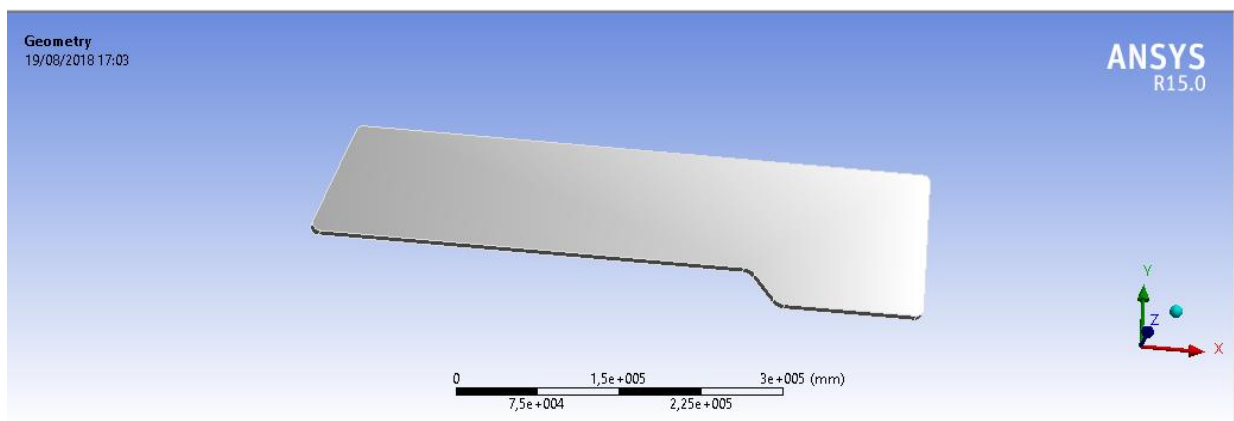
ANSYS adalah program paket yang dapat memodelkan elemen hingga untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan mekanika, termasuk di dalamnya masalah statika, dinamika, analisis struktural (baik linier, maupun non linier), masalah perpindahan panas, masalah fluida dan juga masalah yang berhubungan dengan akustik dan elektromagnetik.

4.3 Pembuatan Geometri

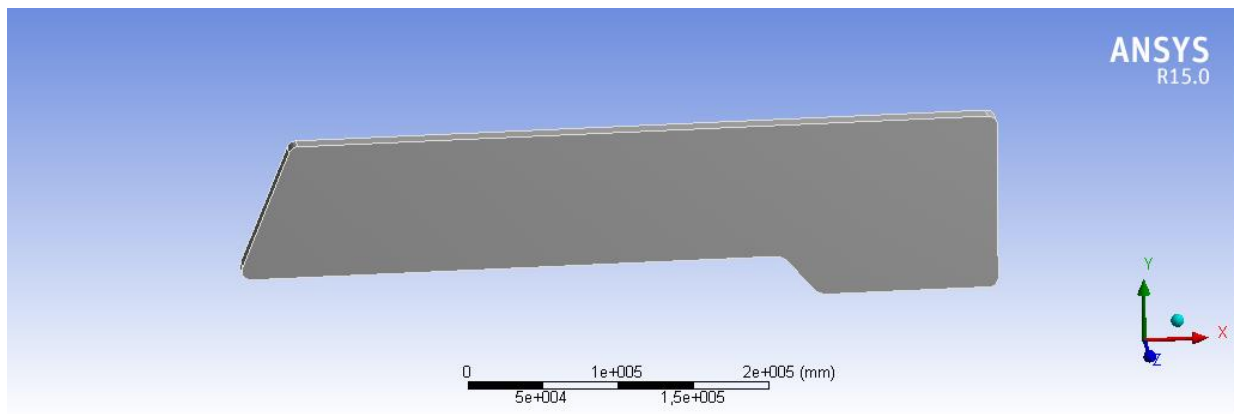
Geometri pada model dilakukan dengan menggunakan sketsa (sketch). Karena model yang dibuat lebih sederhana, maka hal pertama yang dibuat adalah sketsa plat stopper 650 cm x 150 cm x 1,5 cm, 568 cm x 135 cm x 1,5 cm, 505 cm x 120 cm x 1,5 cm selanjutnya proses meshing.



Gambar 4.4 Pemodelan Geometri 650 x 150 x 1,5 cm



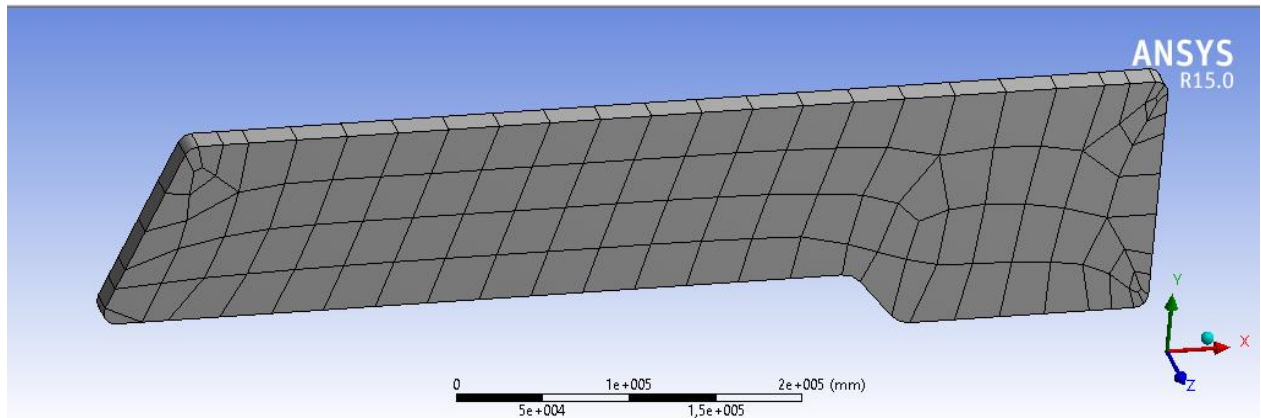
Gambar 4.5 Pemodelan Geometri 568 cm x 135 cm x 1,5 cm



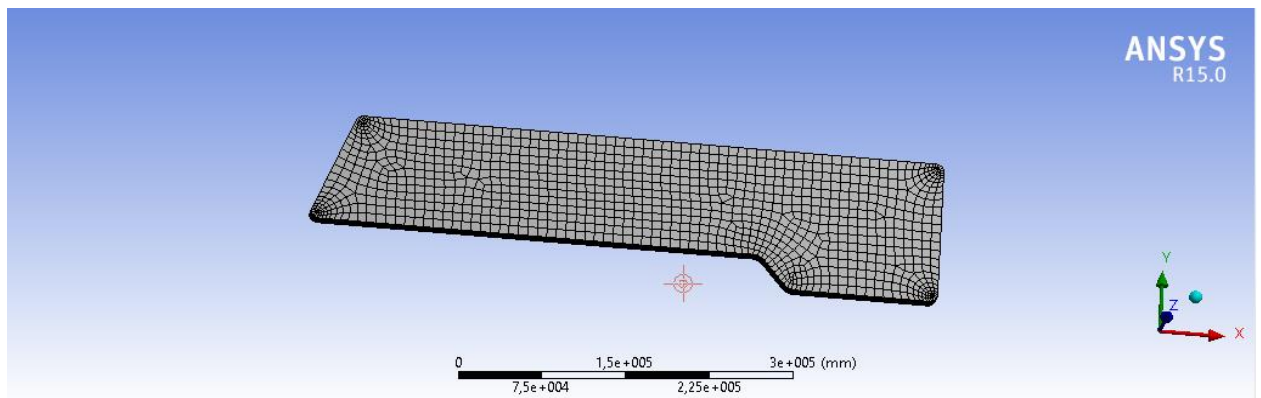
Gambar 4.6 Pemodelan Geometri 505 cm x 120 cm x 1,5 cm

4.7 Meshing

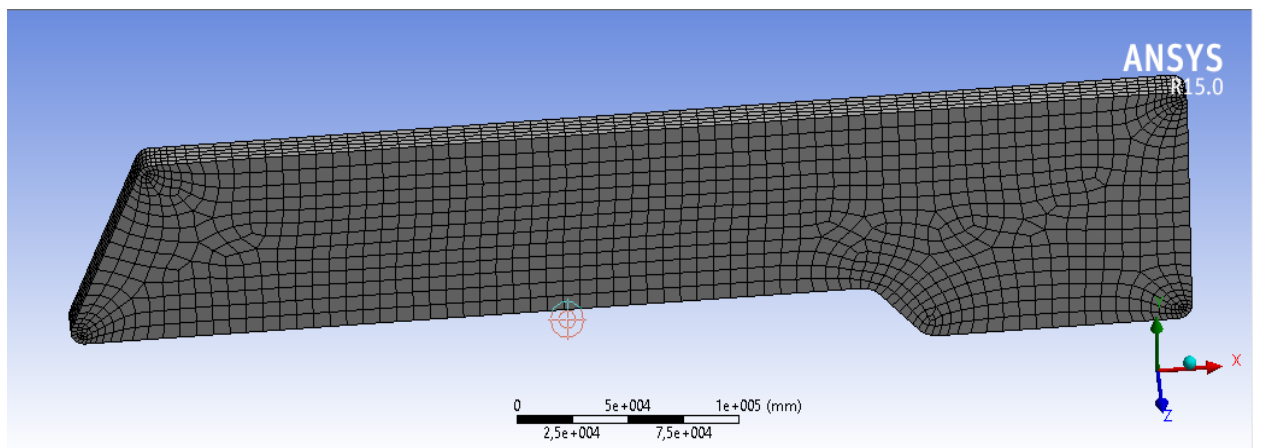
Proses selanjutnya adalah proses meshing. Proses ini adalah proses membagi keseluruhan sistem ke dalam elemen-elemen kecil yang seragam dengan tujuan agar analisis menjadi semakin detail pada keseluruhan sistem tersebut.



Gambar 4.8 Hasil Meshing 650 cm x 150 cm x 1,5 cm



Gambar 4.9 Hasil Meshing 568 cm x 135 cm x 1,5 cm



Gambar 4.10 Hasil Meshing 505 cm x 120 cm x 1,5 cm

4.11 Proses Pembebanan

Proses pembebanan adalah proses analisa plat stopper untuk menghasilkan tegangan dan deformasi pada plat stopper. Proses ini dilakukan sebagai pemodelan pada plat stopper, dengan menggunakan software Analisa structural system (ANSYS). tegangan yang dihitung atau untuk mengetahui berapa kekuatan plat stopper tersebut dengan pembebanan bervariasi menggunakan software ANSYS, hasil dari analisa pembebanan adalah nilai tegangan dan nilai

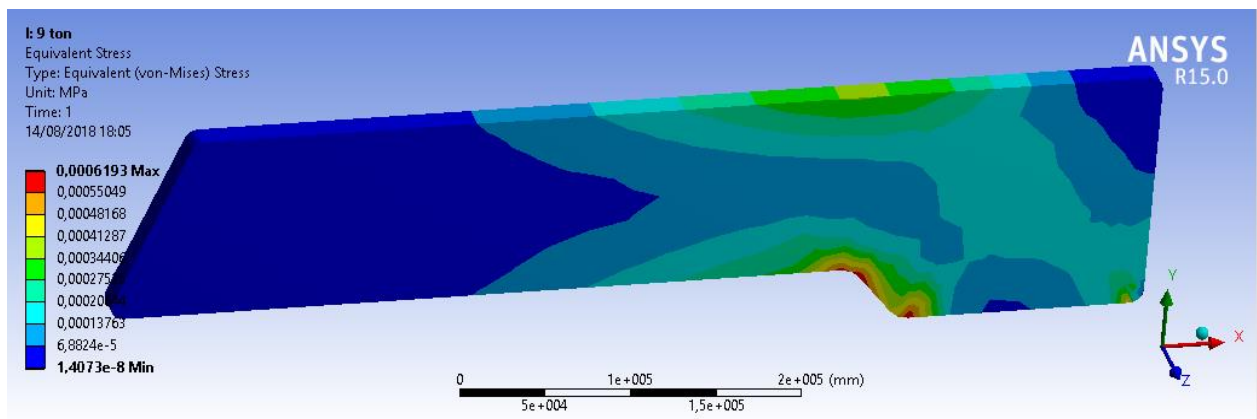
deformasi total, dari pembebanan tersebut diberi pembebanan beberapa sample pembebanan untuk mengetahui beberapa kekuatan plat stopper tersebut.

4.11.1 Proses pembebanan

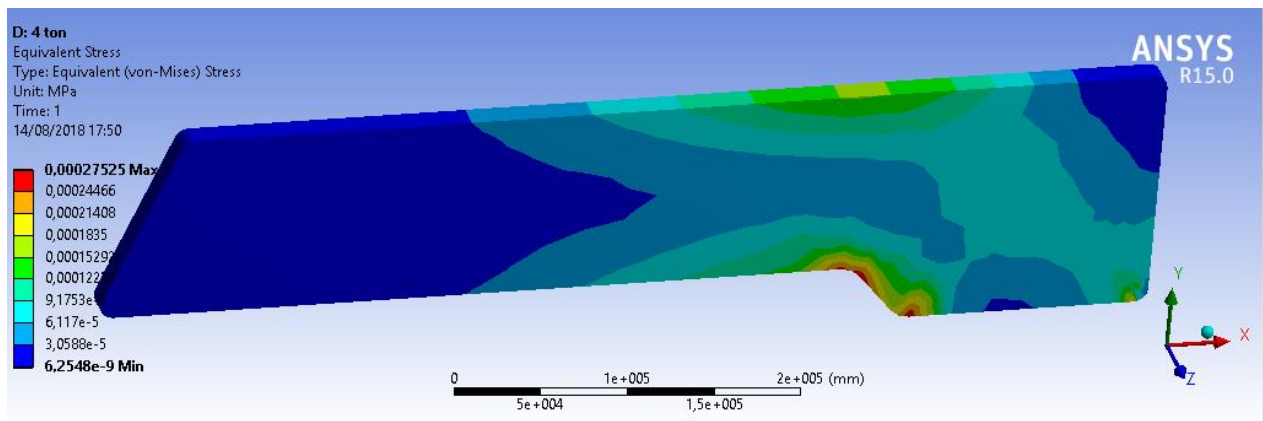
Proses pembebanan melalui proses running dengan memberi beban pada plat stopper, setelah dilakukan proses running pada titik beban pada plat stopper bervariasi 650 cm x 150 cm x 1,5 cm, 568 cm x 135 cm x 1,5 cm, 505 cm x 120 cm x 1,5 cm. Menyimpulkan hasil running tegangan dan deformasi terhadap plat stopper.

4.12 Hasil Analisis Tegangan Plat Stopper

Setelah dilakukan running analisis tegangan pada plat stopper variasi, di dapatkan hasil seperti pada gambar 4.13 dan 4.14



Gambar 4.13. Hasil Running Analisis Plat Stopper Tegangan Beban 9 Ton



Gambar 4.14. Hasil Running Analisis Plat Stopper Tegangan Beban 4 Ton

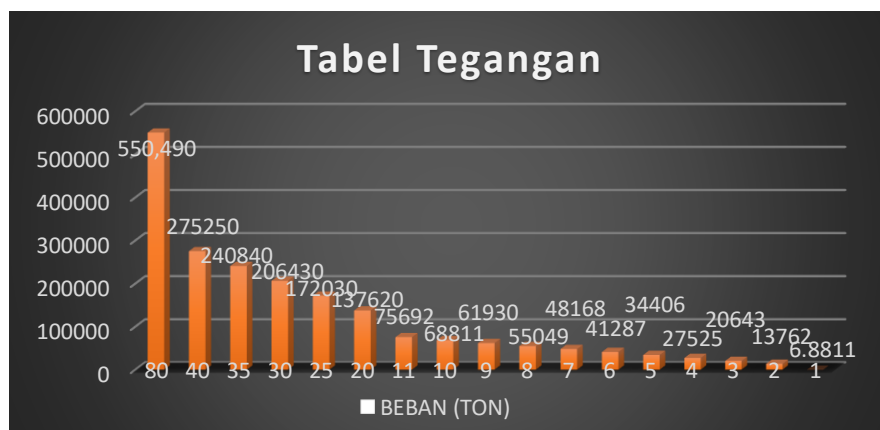
Tabel 4.15

Hasil Analisis Plat Stopper variasi tegangan

NO	BEBAN (TON)	TEGANGAN (KG)
1	80	55049
2	40	27525

3	35	24084
4	30	20643
5	25	17203
6	20	13762
7	11	75692
8	10	68811
9	9	61930
10	8	68811
11	7	48168
12	6	41287
13	5	34406
14	4	27525
15	3	20643
16	2	13762
17	1	6,8811

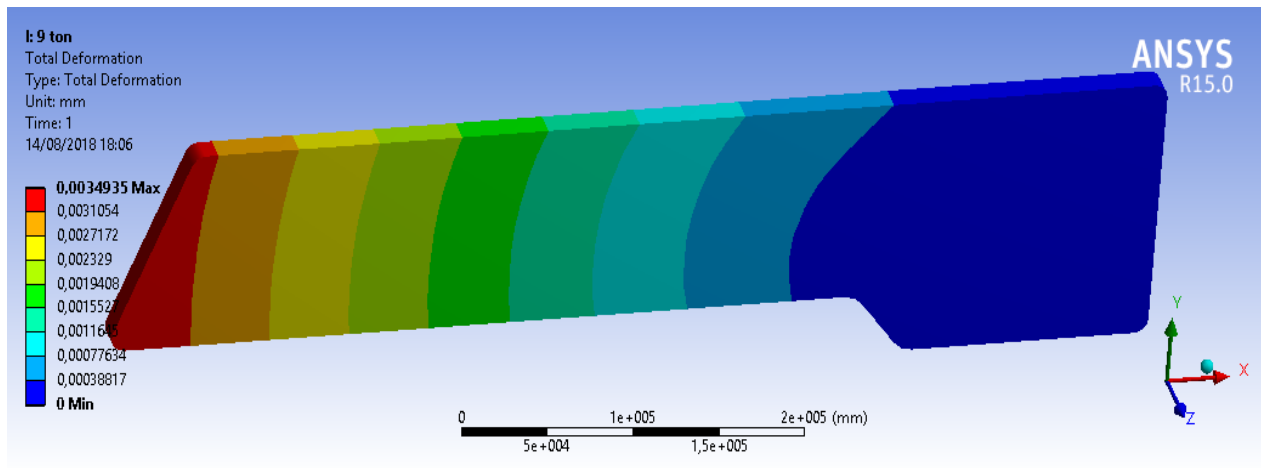
Dari tabel yang di tentukan dapat mencari nilai tegangan sebagai perbandingan, dengan hasil analisa dari metode elemen hingga. Dengan mendefenisikan lebar plat stopper dan tinggi plat stopper, serta gaya yang bekerja. Kemudian di dapatkan nilai tegangan berdasarkan perbandingan antara plat stopper yang bervariasi dan pembebanan bervariasi.



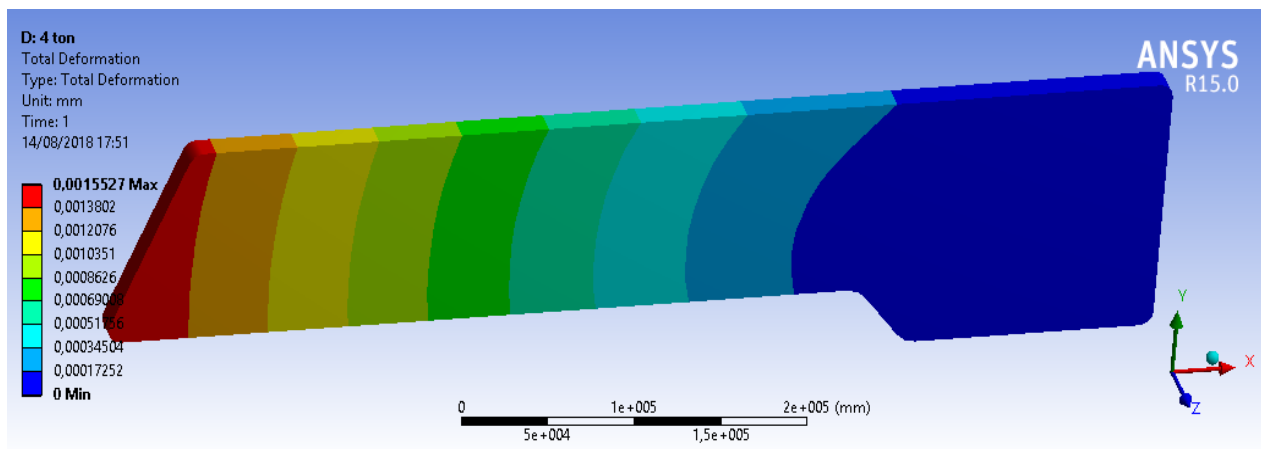
Gambar 4.16. Grafik Tegangan

4.17 Hasil Analisis Total Deformasi Plat Stopper

Setelah dilakukan running analisis tegangan pada plat stopper variasi, di dapatkan hasil seperti pada gambar 4.18 dan 4.19 .



Gambar 4.18. Hasil Running Analisis Plat Stopper Deformasi Total Beban 9 Ton



Gambar 4.19. Hasil Running Analisis Plat Stopper Deformasi Total Beban 4 Ton

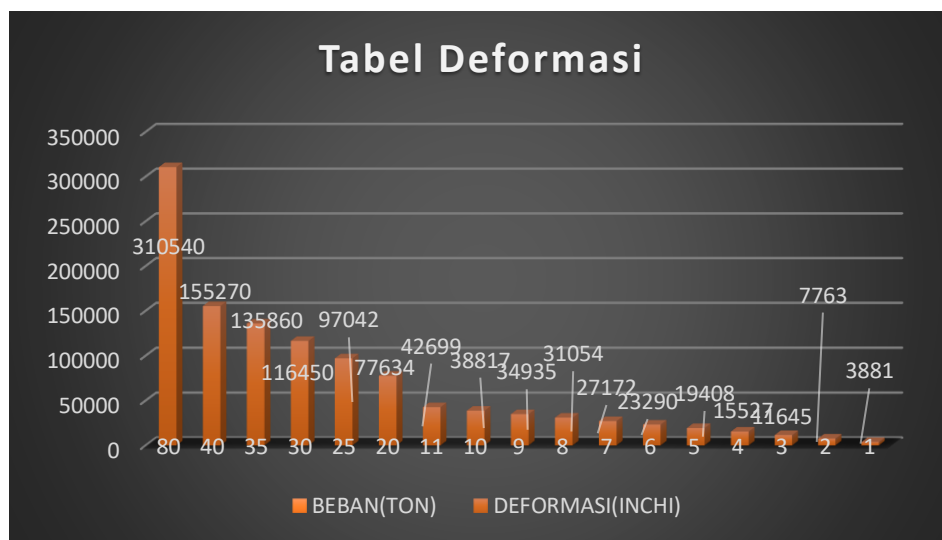
Tabel 4.20

Hasil Analisis Plat Stopper variasi deformasi

NO	BEBAN(TON)	DEFORMASI(INCHI)
1	80	310540
2	40	155270
3	35	135860
4	30	116450
5	25	97042
6	20	77634
7	11	42699
8	10	38817
9	9	34935
10	8	31054
11	7	27172
12	6	23290
13	5	19408
14	4	15527

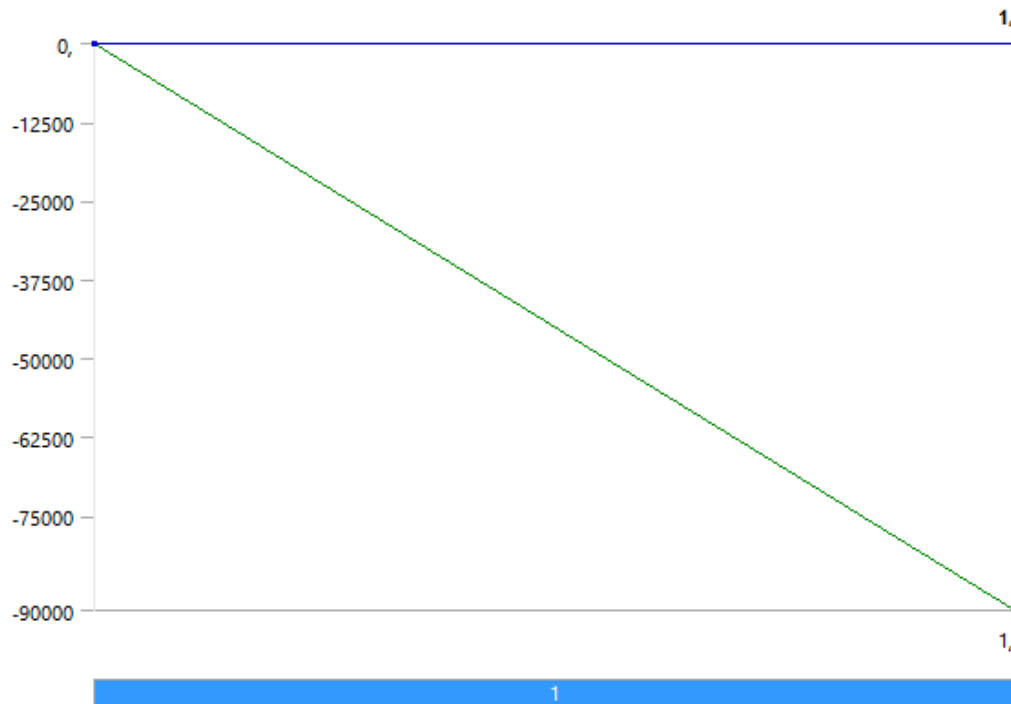
15	3	11645
16	2	7763
17	1	3881

Dari tabel yang di tentukan dapat mencari nilai tegangan sebagai perbandingan, dengan hasil analisa dari metode elemen hingga. Dengan mendefenisikan lebar plat stopper dan tinggi plat stopper, serta gaya yang bekerja. Kemudian di dapatkan nilai deformasi berdasarkan perbandingan antara plat stopper yang bervariasi dan pembebanan bervariasi.



Gambar 4.21 Grafik Deformasi Total

FIGURE 1
Model (I4) > Static Structural (I5) > Force



Gambar 4.22. Grafik Tegangan beban 9 Ton

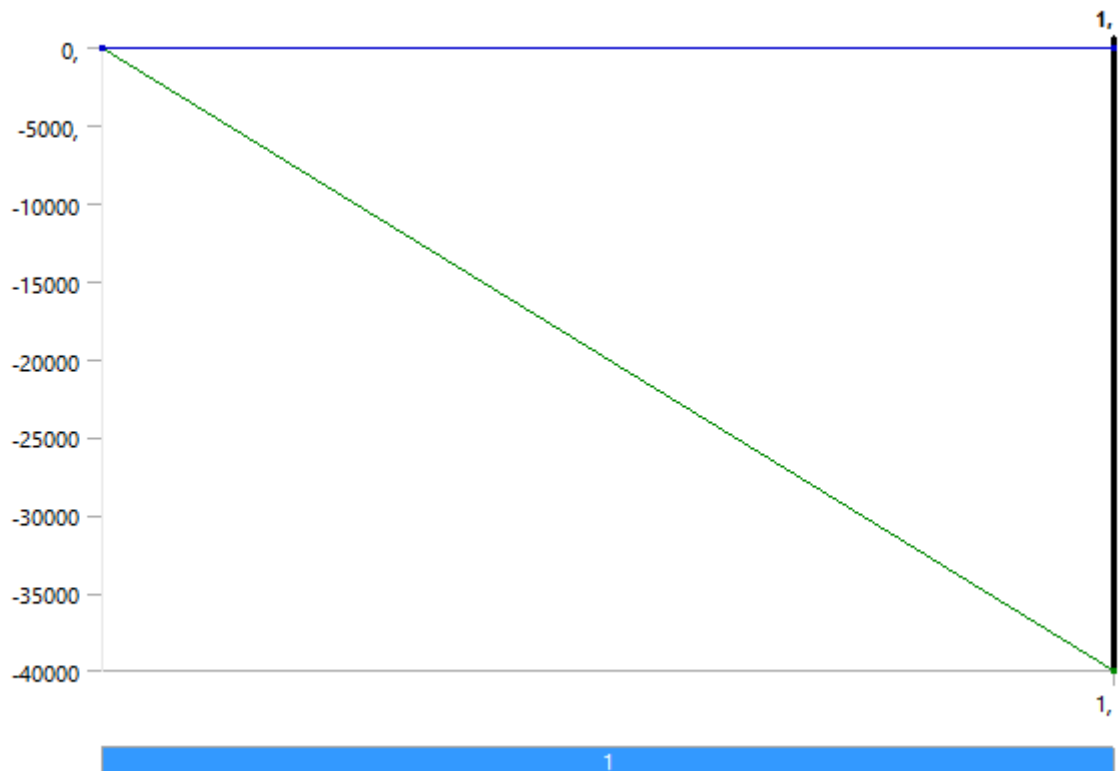
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Force
Suppressed	No	
Define By		Vector
Magnitude		-90000 N (Newton)
Direction		Defined

FIGURE 1

Model (A4) > Static Structural (A5) > Force Solution (A6)

Axis X = Waktu, Axis Y = Gaya, gaya yang di berikan dengan magnitude 1 second (waktu) periode sehingga menghasilkan stress (tegangan) sesuai hasil -90000 N.

FIGURE 1
Model (D4) > Static Structural (D5) > Force



Gambar 4.23. Grafik Stress (Tegangan) beban 4 Ton

Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Force
Suppressed	No	
Define By		Vector
Magnitude		-40000 N (Newton)
Direction		Defined

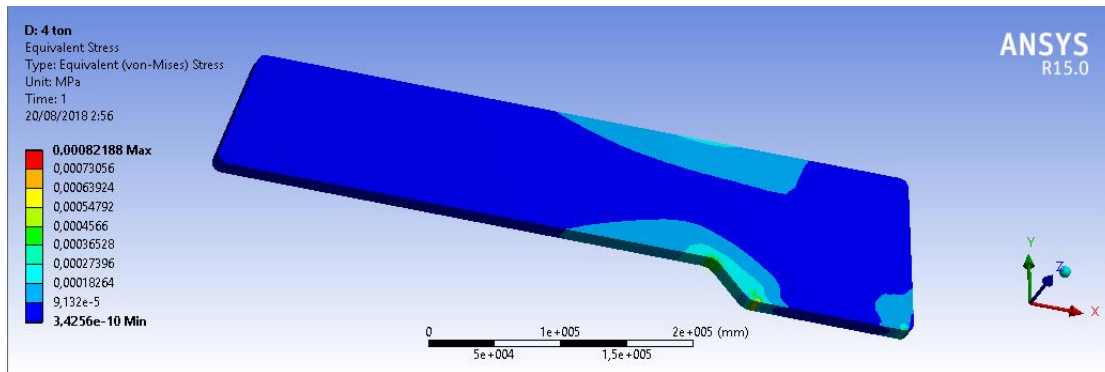
FIGURE 1

Model (A4) > Static Structural (A5) > Force Solution (A6)

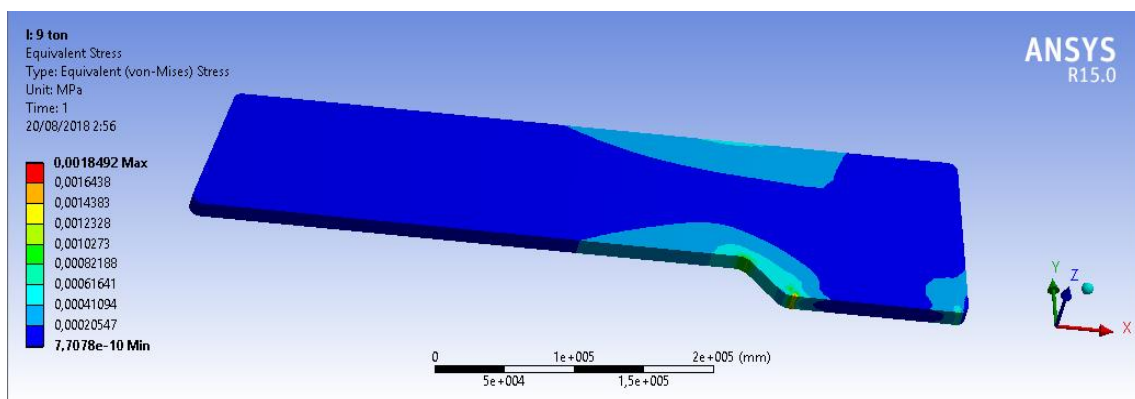
Axis X = Waktu, Axis Y = Gaya, gaya yang di berikan dengan magnitude 1 second (waktu) periode sehingga menghasilkan stress (tegangan) sesuai hasil -40000 N.

4.24. Hasil Analisis Tegangan Plat Stopper

Setelah dilakukan running analisis tegangan pada plat stopper variasi, di dapatkan hasil seperti pada gambar 4.25 dan 4.26



Gambar 4.25. Hasil Running Analisis Plat Stopper Tegangan Beban 4 Ton



Gambar 4.26. Hasil Running Analisis Plat Stopper Tegangan Beban 9 Ton

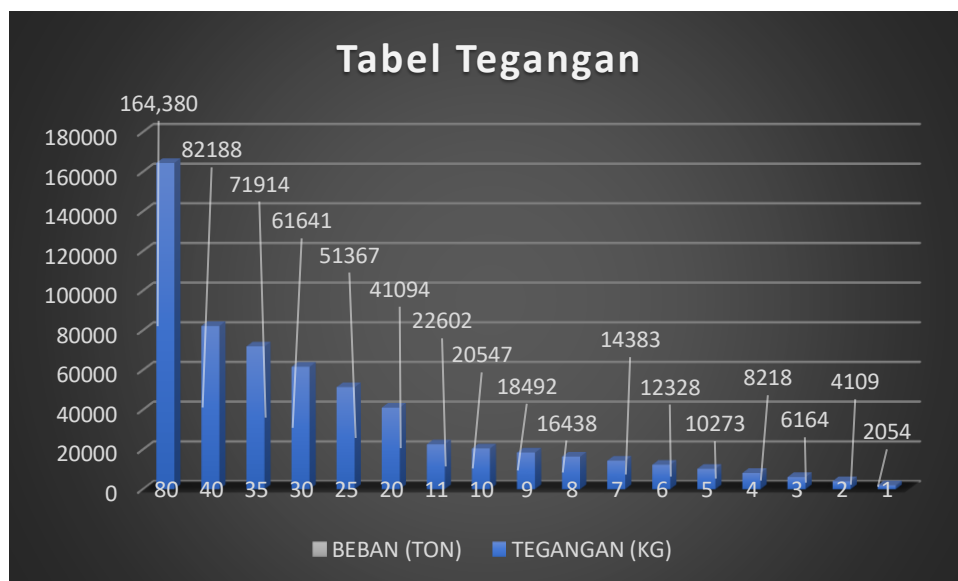
Tabel 4.27

Hasil Analisis Plat Stopper variasi tegangan

NO	BEBAN (TON)	TEGANGAN (KG)
1	80	164.380
2	40	82188
3	35	71914
4	30	61641
5	25	51367
6	20	41094
7	11	22602
8	10	20547
9	9	18492
10	8	16438
11	7	14383
12	6	12328

13	5	10273
14	4	8218
15	3	6164
16	2	4109
17	1	2054

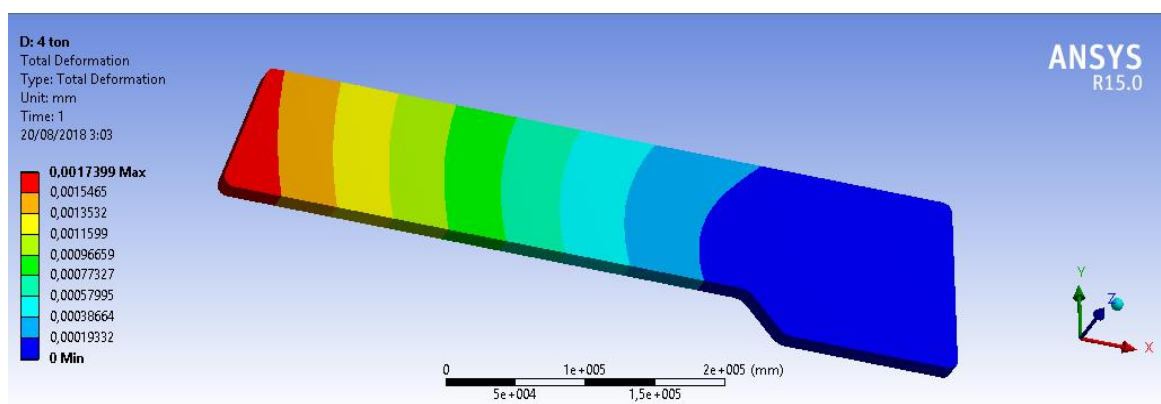
Dari tabel yang di tentukan dapat mencari nilai tegangan sebagai perbandingan, dengan hasil analisa dari metode elemen hingga. Dengan mendefenisikan lebar plat stopper dan tinggi plat stopper, serta gaya yang bekerja. Kemudian di dapatkan nilai tegangan berdasarkan perbandingan antara plat stopper yang bervariasi dan pembebanan bervariasi.



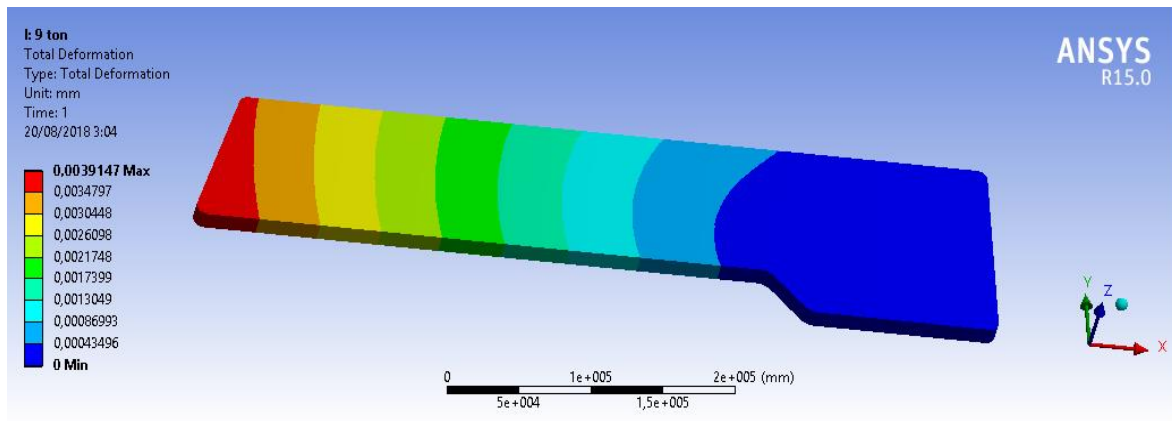
Gambar 4.28. Grafik Tegangan

4.29. Hasil Analisis Total Deformasi Plat Stopper

Setelah dilakukan running analisis tegangan pada plat stopper variasi, di dapatkan hasil seperti pada gambar 4.30. dan 4.31.



Gambar 4.30. Hasil Running Analisis Plat Stopper Deformasi Total Beban 4 Ton



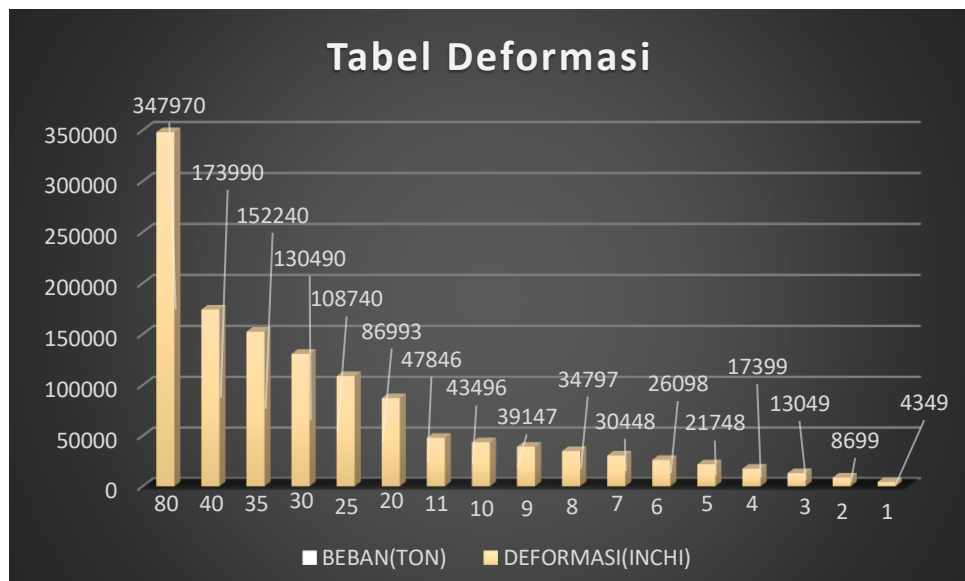
Gambar 4.31 Hasil Running Analisis Plat Stopper Deformasi Total Beban 9 Ton

Tabel 4.32

Hasil Analisis Plat Stopper variasi deformasi

NO	BEBAN(TON)	DEFORMASI (INCHI)
1	80	347970
2	40	173990
3	35	152240
4	30	130490
5	25	108740
6	20	86993
7	11	47846
8	10	43496
9	9	39147
10	8	34797
11	7	30448
12	6	26098
13	5	21748
14	4	17399
15	3	13049
16	2	8699
17	1	4349

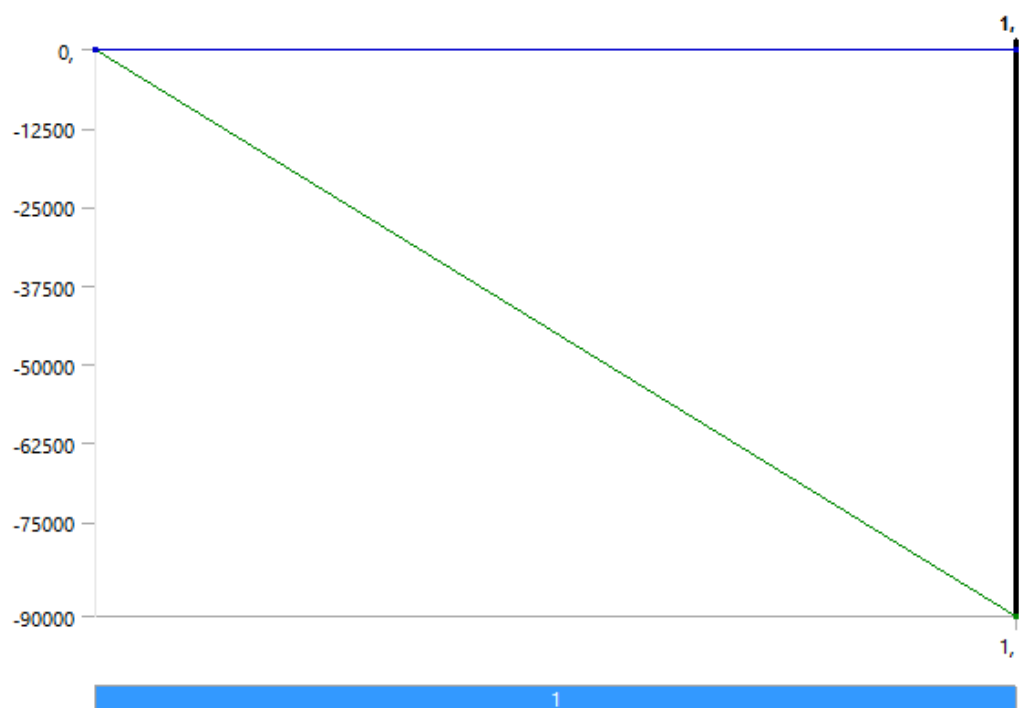
Dari tabel yang di tentukan dapat mencari nilai tegangan sebagai perbandingan, dengan hasil analisa dari metode elemen hingga. Dengan mendefenisikan lebar plat stopper dan tinggi plat stopper, serta gaya yang bekerja. Kemudian di dapatkan nilai deformasi berdasarkan perbandingan antara plat stopper yang bervariasi dan pembebanan bervariasi.



Gambar 4.33. Grafik Deformasi Total

FIGURE 1

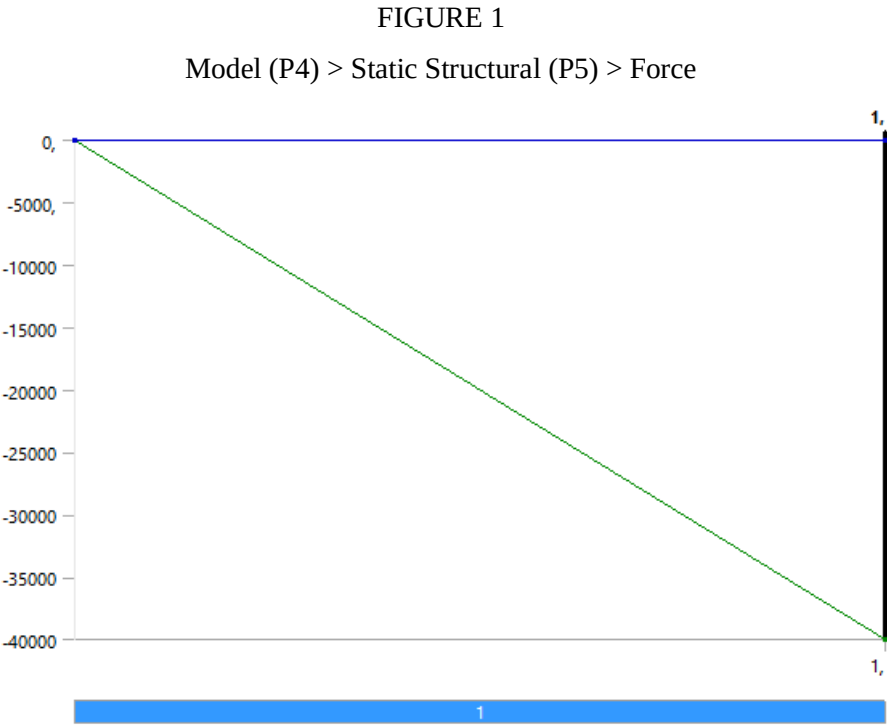
Model (I4) > Static Structural (I5) > Force



Gambar 4.34. Grafik Stress (Tegangan) beban 9 Ton

Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Force
Suppressed	No	
Define By		Vector
Magnitude		-90000 N (Newton)
Direction		Defined

FIGURE 1
 Model (A4) > Static Structural (A5) > Force Solution (A6)
 Axis X = Waktu, Axis Y = Gaya, gaya yang di berikan dengan magnitude 1 second (waktu) periode sehingga menghasilkan stress (tegangan) sesuai hasil -90000 N.



Gambar 4.35. Grafik Stress (Tegangan) beban 4 Ton

Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Force
Suppressed	No	
Define By		Vector

Magnitude		-40000 N (Newton)
Direction		Defined

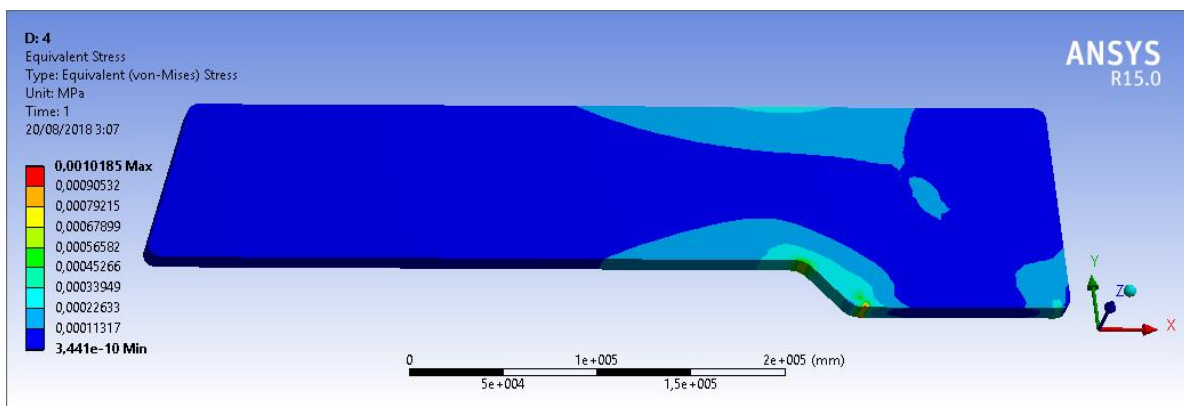
FIGURE 1

Model (A4) > Static Structural (A5) > Force Solution (A6)

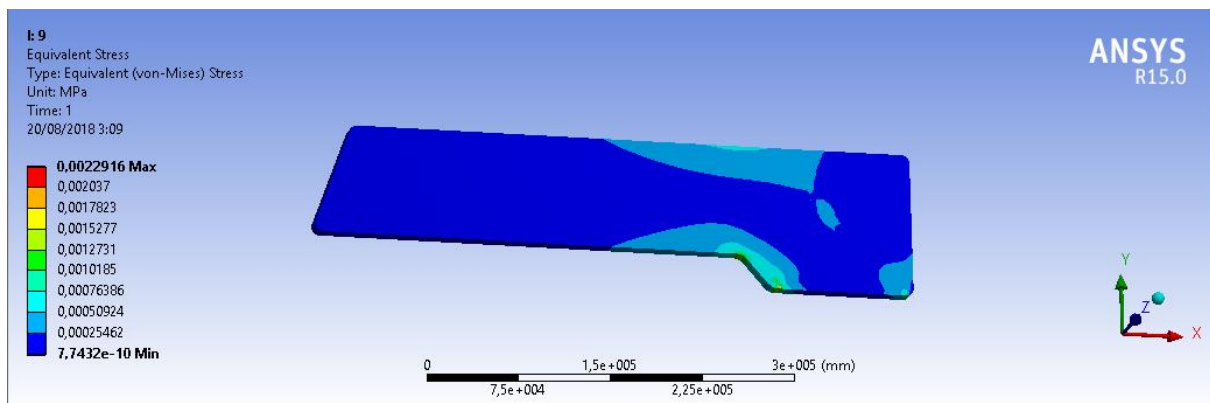
Axis X = Waktu, Axis Y = Gaya, gaya yang di berikan dengan magnitude 1 second (waktu) periode sehingga menghasilkan stress (tegangan) sesuai hasil -40000 N.

4.36. Hasil Analisis Tegangan Plat Stopper

Setelah dilakukan running analisis tegangan pada plat stopper variasi, di dapatkan hasil seperti pada gambar 4.37 dan 4.38



Gambar 4.37 Hasil Running Analisis Plat Stopper Tegangan Beban 4 Ton

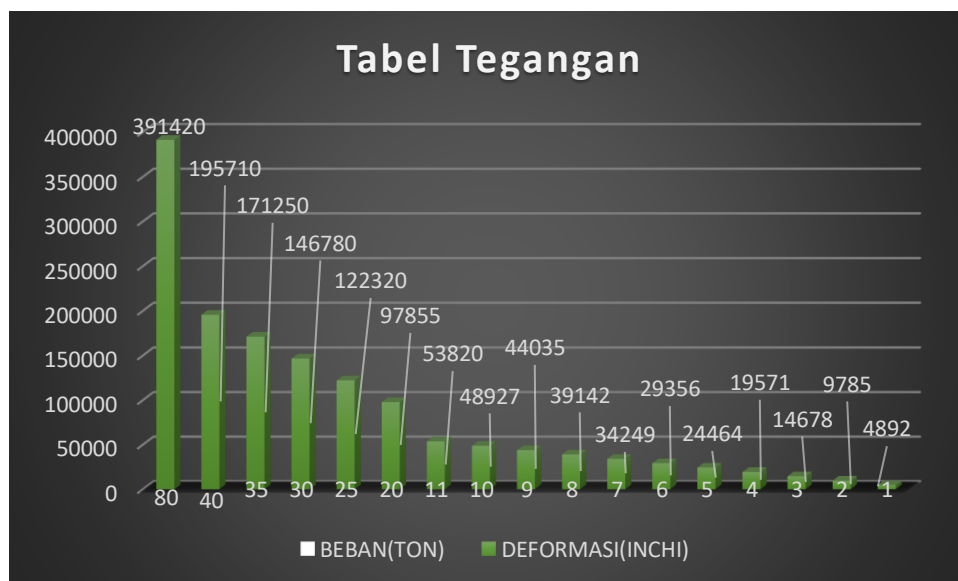


Gambar 4.38 Hasil Running Analisis Plat Stopper Tegangan Beban 9 Ton

Tabel 4.39**Hasil Analisis Plat Stopper variasi tegangan**

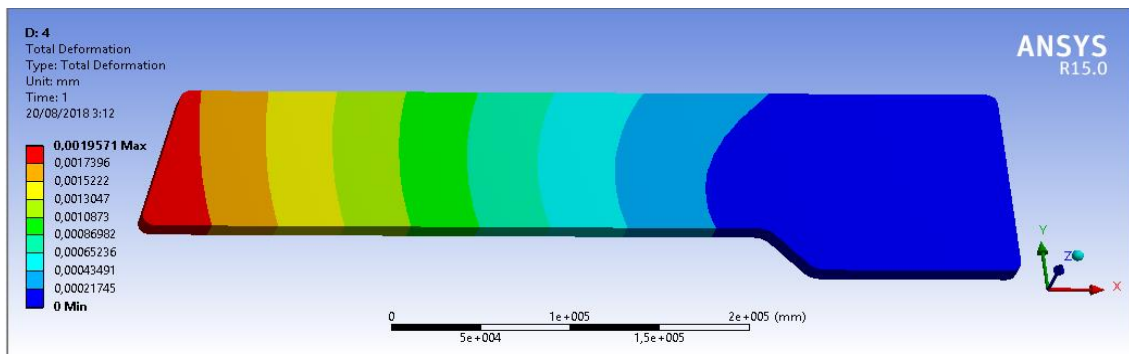
NO	BEBAN (TON)	TEGANGAN (KG)
1	80	203.370
2	40	101850
3	35	89117
4	30	76386
5	25	63655
6	20	50924
7	11	28008
8	10	25462
9	9	22916
10	8	20370
11	7	17823
12	6	15277
13	5	12731
14	4	10185
15	3	7638
16	2	5092
17	1	2546

Dari tabel yang di tentukan dapat mencari nilai tegangan sebagai perbandingan, dengan hasil analisa dari metode elemen hingga. Dengan mendefenisikan lebar plat stopper dan tinggi plat stopper, serta gaya yang bekerja. Kemudian di dapatkan nilai tegangan berdasarkan perbandingan antara plat stopper yang bervariasi dan pembebanan bervariasi.

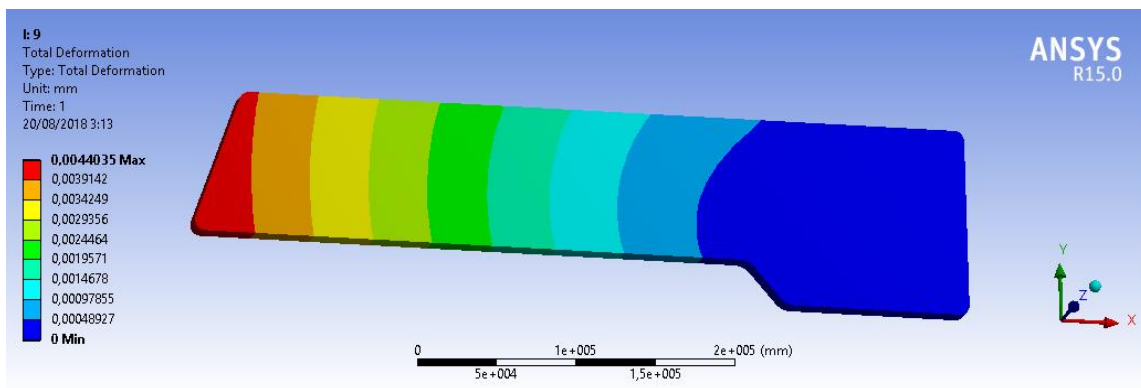
**Gambar 4.40. Grafik Tegangan**

4.41. Hasil Analisis Total Deformasi Plat Stopper

Setelah dilakukan running analisis tegangan pada plat stopper variasi, di dapatkan hasil seperti pada gambar 4.42 dan 4.43.



Gambar 4.42. Hasil Running Analisis Plat Stopper Deformasi Total Beban 4 Ton



Gambar 4.43. Hasil Running Analisis Plat Stopper Deformasi Total Beban 9 Ton

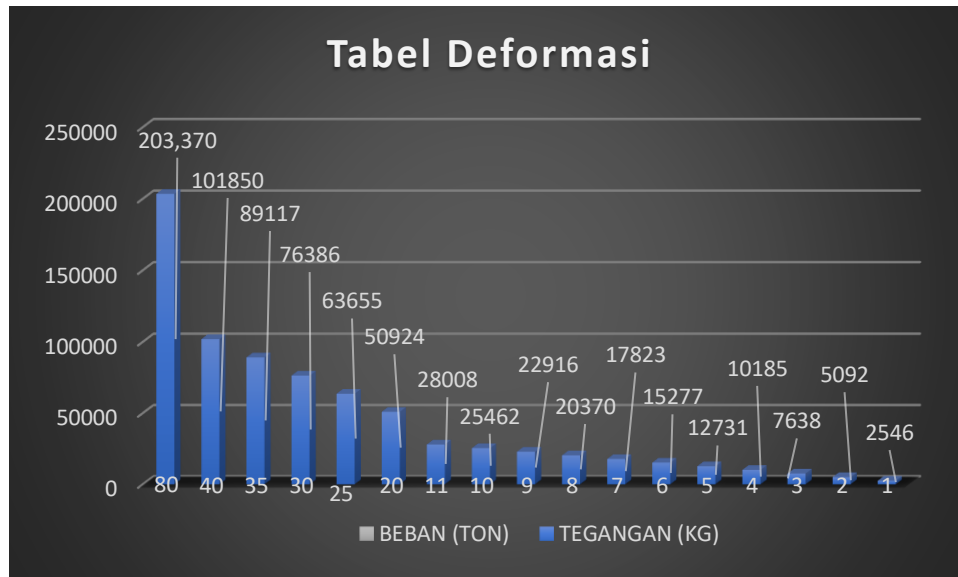
Tabel 4.44

Hasil Analisis Plat Stopper Variasi Deformasi

NO	BEBAN(TON)	DEFORMASI(INCHI)
1	80	391420
2	40	195710
3	35	171250
4	30	146780
5	25	122320
6	20	97855
7	11	53820
8	10	48927
9	9	44035
10	8	39142
11	7	34249
12	6	29356
13	5	24464
14	4	19571
15	3	14678
16	2	9785

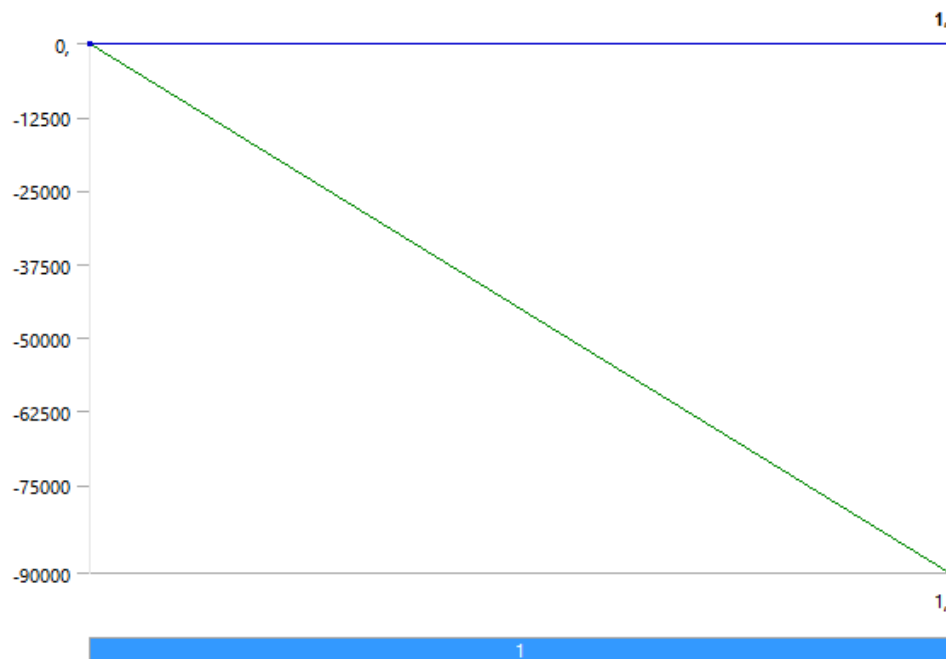
17	1	4892
----	---	------

Dari tabel yang di tentukan dapat mencari nilai tegangan sebagai perbandingan, dengan hasil analisa dari metode elemen hingga. Dengan mendefenisikan lebar plat stopper dan tinggi plat stopper, serta gaya yang bekerja. Kemudian di dapatkan nilai deformasi berdasarkan perbandingan antara plat stopper yang bervariasi dan pembebanan bervariasi.



Gambar 4.45. Grafik Deformasi

FIGURE 1
Model (I4) > Static Structural (I5) > Force



Gambar 4.46. Grafik Stress (Tegangan) beban 9 Ton

Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Force
Suppressed	No	
Define By		Vector
Magnitude		-90000 N (Newton)
Direction		Defined

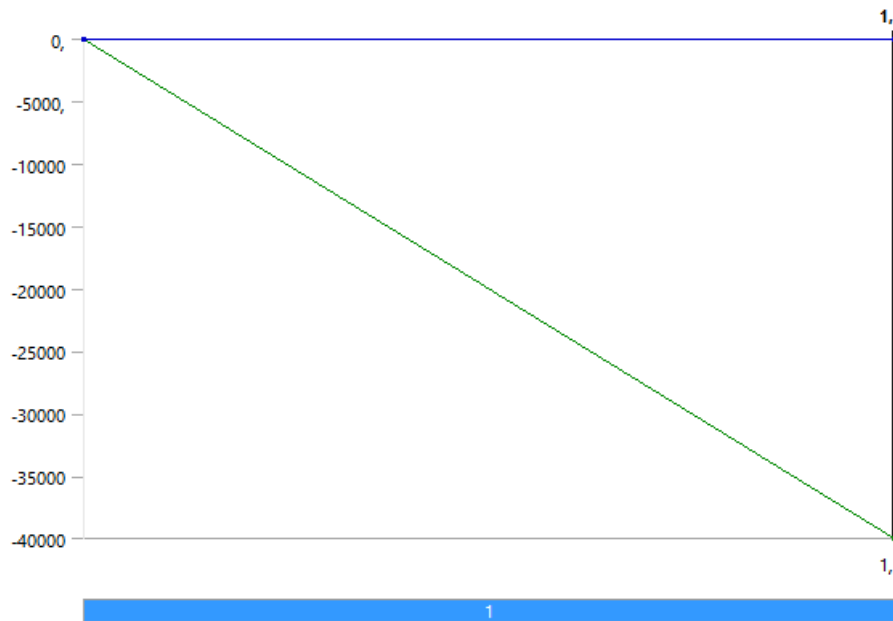
FIGURE 1

Model (A4) > Static Structural (A5) > Force Solution (A6)

Axis X = Waktu, Axis Y = Gaya, gaya yang di berikan dengan magnitude 1 second (waktu) periode sehingga menghasilkan stress (tegangan) sesuai hasil -90000 N.

FIGURE 1

Model (P4) > Static Structural (P5) > Force



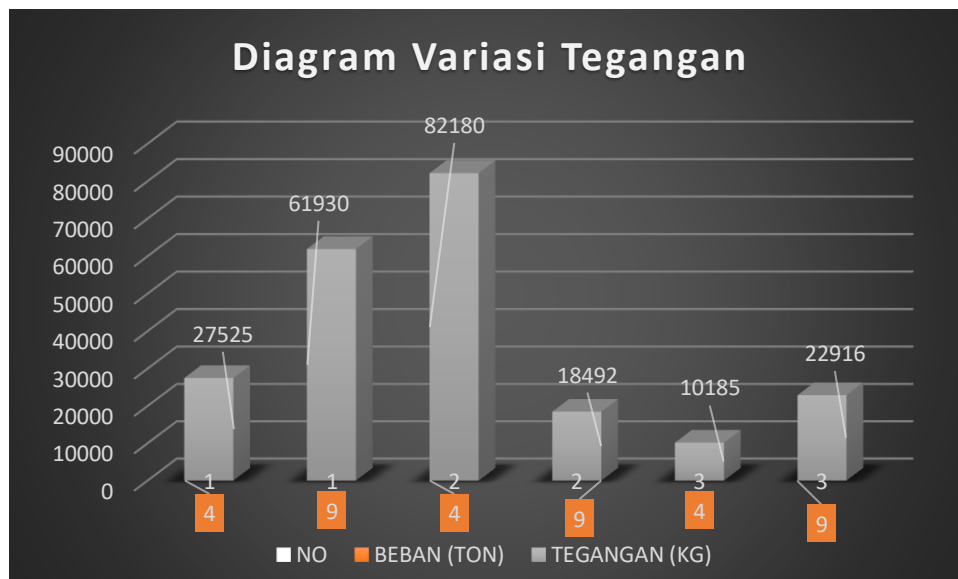
Gambar 4.47. Grafik Stress (Tegangan) beban 4 Ton

Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Force
Suppressed	No	
Define By		Vector
Magnitude		-40000 N (Newton)
Direction		Defined

FIGURE 1

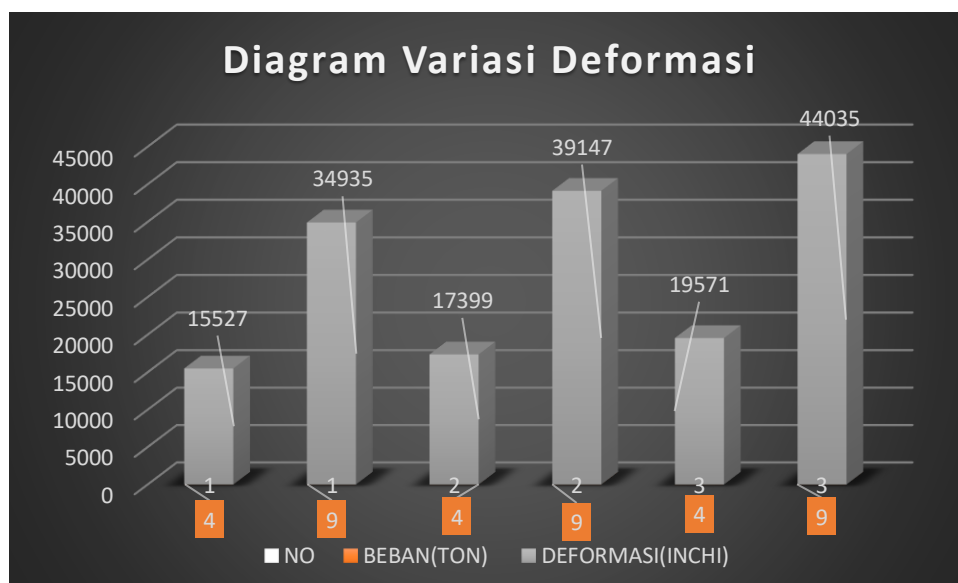
Model (A4) > Static Structural (A5) > Force Solution (A6)

Axis X = Waktu, Axis Y = Gaya, gaya yang di berikan dengan magnitude 1 second (waktu) periode sehingga menghasilkan stress (tegangan) sesuai hasil -40000 N.



Gambar 4.48 Diagram Tegangan

Pada gambar 4.48 menunjukkan diagram tegangan terhadap plat stopper. Tegangan maksimum tertinggi dicapai pada nomor 2. Dapat dilihat pada diagram tersebut bahwa yang mencapai titik tertinggi adalah nomor 2 yaitu dengan tegangan 82180 Kg. di mana pada nomor 2 ini menggunakan ukuran plat stopper 568 cm x 135 cm x 1,5 cm.



Gambar 4.49 Diagram Deformasi

Pada gambar 4.49 menunjukkan diagram tegangan terhadap plat stopper. Tegangan maksimum tertinggi dicapai pada nomor 3. Dapat dilihat pada diagram tersebut bahwa yang mencapai titik tertinggi adalah nomor 3 yaitu dengan deformasi 44035 inchi. di mana pada nomor 3 ini menggunakan ukuran plat stopper 505 cm x 120 cm x 1,5 cm.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa plat stopper menggunakan software ansys atau metode elemen hingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya nilai tegangan paling kritis atau paling tinggi pada plat stopper 55049 Kg, Terjadinya pada tegangan maksimum dengan beban 80 ton.
2. Besarnya nilai deformasi paling kritis atau paling tinggi pada plat stopper 31054 inchi, Terjadinya pada deformasi maksimum dengan beban 80 ton.

5.2 Saran

Untuk lebih mengembangkan penelitian ini, maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi bentuk, besar kecilnya ukuran plat stopper agar penelitian lebih banyak lagi mendapatkan kekuatan atau tegangan dan deformasi yang lebih baik untuk membuat plat stopper.

DAFTAR PUSTAKA

- Nurayoga, F. Mulyatno, I.P, Arswendo, B. 2016, “ *Analisa Kekuatan Struktur Tank Deck Pada Kapal (LST) Landing Ship Tank KRI.Teluk Bintuni 700 DWT Menggunakan Metode Elemen Hingga*”, Jurnal Teknik Pomits Teknik Perkapalan, Vol.4, No.4.
- Nugraha, P. Armawi, A. Martono, E. 2016, “ *Studi Kelayakan PT PAL INDONESIA (Persero) Dalam Pembangunan Kapal Perusakan Kawal Rudal (PKR) guna Mendukung Ketahanan Alutsista TNI AL* ”, Jurnal Ketahan Nasional, Vol.22, No.3.
- Chandra, Y N R.2017 “ *sistem managemen material pada pembangunan kapal baru* “, (skripsi), Surabaya : Institut teknologi Adhi Tama Surabaya
- Putra, R.B, Zubaydi, A, Sujiatanti, S.H, 2017, “ *Analisis pengaruh ukuran stopper pada sambungan plat kapal terhadap tegangan sisa dan deformasi menggunakan metode elemen hingga*”. Jurnal teknik ITS Vol.6, No.2.
- Andy Ismawanto, Akhmad Syarief, Hajar Isworo, 2014, “*Simulasi kekuatan material pada carabiner dengan variasi geometri*, Jurnal ilmiah teknik mesin unlam vol. 03 no 1 pp 52-57.
- Mega Inayati Rif'ah, M. Arif Wibisono, 2016, “*Pengembangan Computer Aided Design (CAD) Warna Batik*, Forum Teknik Vol. 37, No. 1.
- www.PT.PAL.com
- Navale-engineering.blogspot.co.id/2012/03/plat-baja-pada-kapal.