ANALISIS *EXTENSION DECK* ANJUNGAN LEPAS PANTAI SEPINGGAN RAJAH

Agus Sugianto[1], Andi Marini Indriani [2]
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Balikpapan,
Email: agus.fadhil@yahoo.co.id, marini_sabrina.yahoo.sg

ABSTRAK

Analisis dilakukan terhadap anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah, berlokasi di teluk Balikpapan. Merupakan jenis anjungan lepas pantai struktur terpancang pada kedalaman air (-) 150'-6". Struktur anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah akan ditambah sebuah mesin kompresor dengan dimensi *skid* 35'-$6^{7}/_{16}$" × 12'-0" dan berat total 59.74ton yang ditempatkan pada elevasi (+) 55'-0"dari muka air rata-rata *(cellar deck),* maka diperlukan *extension deck* untuk menempatkan mesin kompresor.

Menggunakan metode *American Institute of Steel Construction Allowable Stress Design 9th edition (AISC-ASD9)* dan menggunakan bantuan program *Structure Analisys Computer System (SACS),* analisis dilakukan dengan pemodelan geometri struktur dan analisis komputer. Proses dan analisis menggunakan program *SACS* hingga menghasilkan tegangan yang terjadi pada struktur. Pemeriksaan struktur baja dilakukan terhadap batang yang mengalami kegagalan kemampuan batas layan sehingga diketahui perkuatan yang diperlukan untuk meningkatkan kemampuan batas layan dari struktur tersebut.

Perencanaan geometri menggunakan profil baja $W_{24\times62}$ pada batang utama yang berada di bawah *skid compressor* dengan hasil analisis program ditemukan beberapa batang dengan hasil analisis nilai rasio (*unity check)* > 0.95 pada join 0009-0200 = 1.10, join 0028-0034 = 1.14, join 0027-0033 = 1.13 dan juga pada join 0003-0005 = 0.98. Berdasarkan *AISC-ASD9* nilai *unity check* maksimum = 0.95, untuk join-join tersebut diperlukan perkuatan pada profil baja dengan menambah luasan penampang baja, menggunakan sistem *box plate*. Hasil analisis profil baja setelah diberi perkuatan menghasilkan nilai rasio *(unity check)* < 0.95 (memiliki kemampuan batas layan sesuai peraturan *AISC-ASD9*) dengan perincian sebagai berikut; join 0009-0200 = 0.64, join 0028-0034 = 0.62, join 0027-0033 = 0.61 dan juga pada join 0003-0005 = 0.75. Berdasarkan perhitungan *local flange bending* dan *local web yielding* maka profil baja $W_{24\times62}$ tidak memerlukan pengaku (stiffener) dan kolom masih mampu menahan beban *extension deck* dan mesin kompresor dengan nilai unity check = 0.94.

Kata Kunci*: Skid, extension deck, joint, AISC-ASD9, SACS Program.*

ABSTRACT

Analysis was performed on Sepinggan Rajah offshore platform located Balikpapan bay. This kind of offshore platform fix pile structures in water depths (-) 150' – 6''. Sepinggan Rajah offshore platforms Structure will be added a compressor engine with skid dimensions 35'-$6^{7/16}$ " × 12'-0" and a total weight of 59.47 tons were placed at (+) 55'-0" elevation from water surface average (cellar deck), so it is required extension deck to put the engine compressor.

Using American Institute of Steel Construction Allowable Stress Design 9th edition (AISC-ASD9) method and using Structure Analysis Computer System (SACS) program, analysis was done by modeling structure geometry and computer analysis. Process and analysis using SACS program until producing stress at the structure. Examination of steel structure made to

member failure at ability serviceability limit so it is known necessary reinforcement to increase limit serviceability ability of the structure.

Geometry planning using steel profile $W_{24\times62}$ at the main stem below the skid compressor with the program analysis results found at several members with ratio analysis results (unity check) > 0.95 at node 0009-0200 = 1.10, node 0028-0034 = 1.14, node 0027-0033 = 1.13 and also at node 0003-0005 = 0.98. Based on AISC-ASD9 maximum unity check value = 0.95, to the nodes are needed reinforcement on steel profiles by increasing the area steel section, using the box plate system. Analysis result of steel profiles after being given reinforcement results ratio value ratio (unity check) < 0.95 (has the limit serviceability ability according to AISC-ASD9 rules) with the following details; node 0009-0200 = 0.64, node 0028-0034 = 0.62, node 0027-0033 = 0.61 and also at node 0003-0005 = 0.75. Based on the local flange bending and local web yielding calculations so that steel profile $W_{24\times62}$ does not require stiffener and columns are still able to hold the load extension and compressor engine with unity check value 0.94.

***Key words** : Skid, extension deck, joint, AISC-ASD9, SACS Program.*

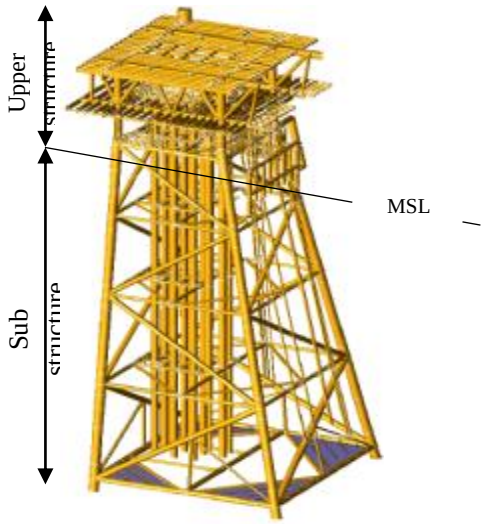
1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sumber daya alam terutama minyak dan gas bumi pada saat ini semakin meningkat, untuk memenuhi kebutuhan sumber daya alam tersebut harus diimbangi dengan meningkatkan hasil produksi.

Anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah merupakan bangunan struktur lepas pantai jenis jacket platform anjungan tetap, yang digunakan sebagai anjungan sumur minyak dan gas bumi. Dalam Gambar 1.1 dibawah ini adalah bentuk geometri dari anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah.

Pada bagian *upper structure* terdapat *Main deck*, *Cellar deck* dan *Jacket walkway*. Kegunaan masing-masing elevasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

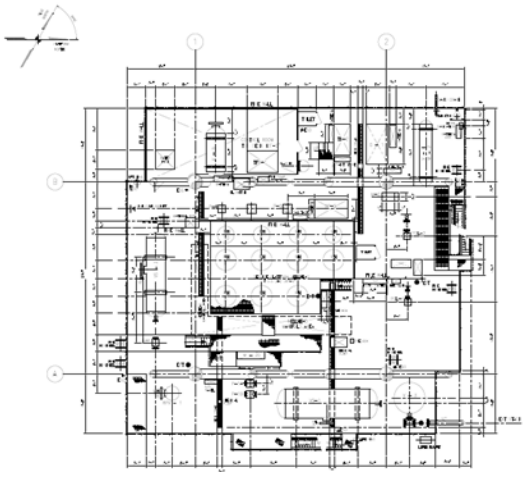
- *Main deck* untuk aktifitas pengeboran.
- *Cellar deck* untuk kepala sumur *(well head)*, penempatan peralatan/ *equipment* dan ruang kontrol *(control room)*.



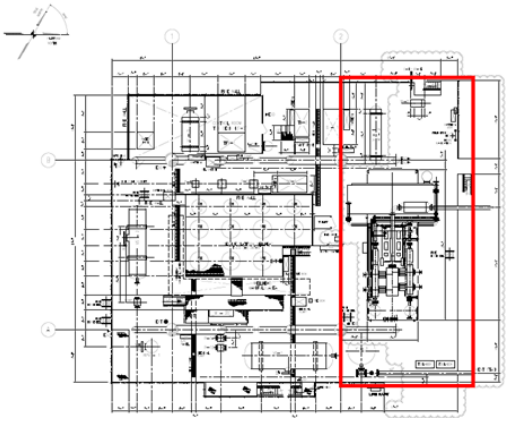
Gambar 1 Geometri anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah

- *Jacket walkway* adalah bentuk konstruksi *jacket* pada elevasi paling atas dan juga digunakan untuk menempatkan sebagian peralatan/ *equipment* proses pembuangan limbah aman.

Anjungan ini direncanakan untuk ditambahkan satu buah mesin kompresor pada elevasi *cellar deck* yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Eksisting lantai Cellar Deck sebelum adanya penambahan mesin kompresor



Gambar 3 Rencana perluasan lantai Cellar Deck dengan adanya penambahan mensin kompresor

Permasalahan pada perluasan lantai anjungan untuk menempatkan mesin kompresor adalah:

a. Apakah konstruksi anjungan lepas pantai yang sudah ada mampu dengan adanya perluasan dan penambahan beban pada lantai anjungan?
b. Bagaimana nilai tegangan, regangan dan defleksi yang terjadi pada perluasan anjungan masih diijinkan?

Tujuan Penelitian ini:

a. Untuk mengetahui kemampuan konstruksi struktur dengan adanya penambahan luas lantai dan penambahan beban lantai anjungan lepas pantai.
b. Untuk menganalisis tegangan, regangan dan defleksi maksimum yang terjadi.

Batasan Masalah

a. Analisis struktur yang dilakukan hanya pada bagian atas anjungan (upper structure).
b. Analisis nilai rasio tegangan (unity check) dan defleksi berdasarkan standar perhitungan American Institute of Steel Construction Allowable Stress Design 9th edition (AISC-ASD9).
c. Analisis pada struktur tidak meliputi analisis beban gaya getar yang terjadi pada saat mesin kompresor beroperasi.
d. Analisis menggunakan program Structure Analisys Computer System (SACS).

2. METODE PENELITIAN

Obyek analisis adalah anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah yang menjadi tempat pengeboran sumur minyak. Analisis yang dilakukan adalah analisis model struktur dengan bantuan program analisis dengan mengambil sumber data dari lapangan.

Gambar 4 Anjungan Lepas Pantai Sepinggan Rajah
Sumber: Dokumentasi

Sumber Data

Dalam prosesnya peneliti mengambil data lapangan anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah berdasarkan Sertifikasi Kelayakan Kemampuan

Platform MIGAS (SKKP MIGAS) tahun 2006 yang dalam penyusunannya dikelompokkan ke dalam dua jenis data, data primer dan data sekunder.

Data Primer

Dari lapangan diperoleh data sebagai berikut:

a. Deskripsi Bangunan

Anjungan lepas pantai/Platform Sepinggan Rajah adalah jenis struktur terpancang tipe jacket yang berdiri di laut pada kedalaman air (-) 150'-6". Bangunan jenis bangunan sumur minyak (wellhead) yang terbagi 2 bagian yaitu:

- Sub structure adalah bagian struktur yang berada di dalam air.
- Upper structure adalah bagian yang berada di atas permukaan air.

Lantai bangunan memiliki ukuran luar 77'-4" × 67'-0" pada elevasi (+)32'-0" (*cellar deck*) dari muka air rata-rata dan menampung peralatan (*equipment*), perangkat elektrik, instrumen, pemipaan, peralatan keselamatan (*safety*). Struktur bangunan didukung oleh 4 buah kaki anjungan berdiameter 36".

b. Data teknis anjungan:

Struktur Konstruksi baja, Mutu baja API 5L grade X52 (Pipa), API 5L grade B (Pipa) ASTM A36 (Baja Profil WF, C, L, Plat)

Data Sekunder

Referensi yang berkaitan dengan materi bahasan berupa disain perencanaan, buku literatur penunjang, grafik dan tabel.

Perangkat Lunak

Proses analisis struktur menggunakan pemodelan, pengolahan data dan analisis yaitu *Structural Analisys Computer System* (SACS).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data primer

Data-data primer yang diperhitungkan sebagai berikut:

Kriteria lingkungan

Diambil dari spesifikasi umum GES-EN-SPC-GN-0007.

Profil angin

Kecepatan angin pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Data kecepatan angin periode 10 tahun – 100 tahun

Periode tahun	Kecepatan	Periode
1 tahun	20.7mph	1 jam
100 tahun	31.3mph	1 jam

Sumber: Data Requalification

Profil gelombang

Jenis gelombang orde ke 5 (lima) pada Tabel 2

Tabel 2 Data gelombang periode 10 tahun – 100 tahun

Periode berulang kembali	Ketinggian *(ft)*	Periode *(sec)*
10 tahun	12.500	7.700
100 tahun	16.300	8.100

Sumber: Data *Requalification*

Profil kedalaman air

Kedalaman air anjungan Sepinggan Rajah adalah (-) 150'-6". Elevasi *jacket walkway* terhadap rata-rata muka air laut 12'-0".

Profil anjungan lepas pantai saat ini.

Kecepatan arus non-faktor digunakan untuk menentukan kondisi beban saat ini untuk 10 tahun dan 100 tahun di tempat analisis badai dan terdiri dari penambahan arus pasang surut dan angin, yang didorong oleh komponen kecepatan arus. Arus disain profil yang direproduksi pada Tabel 4.3 API RP 2A Ref. 3. dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3 Data kedalaman air periode 10-100 tahun

	10 tahun	100 tahun
Bagan kedalaman (CD)	150.5 ft	150.5 ft
Kondisi	0 ft	1.6 ft

badai (ST)		
Rentang pasang surut	8.2 ft	8.2 ft
Max. kedalaman air	158.7 ft	160.3 ft

Sumber: Data Requalification Tahun 2006

Tabel 4 Data kecepatan arus air periode 10 – 100 tahun analisis badai

Persentasi kedalaman air dari dasar laut (%)	**Kecepatan arus air periode 10 tahun *(ft/sec)***	**Kecepatan arus air periode 100 tahun *(ft/sec)***
0	0	0
10	1.12	1.27
20	1.24	1.40
30	1.31	1.48
40	1.36	1.54
50	1.41	1.59
60	1.51	1.71
70	1.58	1.788
80	1.65	1.935
90	1.73	1.083
100	2.03	2.3

Sumber: Data Requalification Tahun 2006

Tabel 5 Data ketebalan terumbu karang terhadap kedalaman air

Kedalaman antara terhadap muka air laut (ft)	**Ketebalan terumbu karang*(in)***
0 – 120.5	2
120.5 – 135.5	5½
135.5 – 145.5	3½
145.5 – 150.5	2

Sumber: Data Requalification Tahun 2006

Gesekan arus dasar laut

Dengan hasil inspeksi bawah air tersebut maka gesekan arus air pada dasar laut dalam analisis diabaikan.

Koefisien hidrodinamik

Cd (*drag coefficient*) dan Cm (koefisien inersia) nilai-nilai dalam sesuai dengan UOI-GS-18 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai Koefisien Cd dan Cm

	Cd	**Cm**
Struktur tanpa terumbu karang	0.65	1.6
Struktur dengan terumbu karang	1.05	1.2

Sumber: Data Requalification Tahun 2006

Kinematika gelombang

API RP2A memungkinkan penggunaan faktor kinematika dikisaran 0,85-0,95 untuk badai tropis. Faktor ini diterapkan pada 2 dimensi horisontal kecepatan partikel air dan percepatan. Faktor dari 0,88 sesuai dengan Spesifikasi IO-GS-18 digunakan untuk 100 tahun kembalinya badai dalam in-place diterapkan secara otomatis oleh SACS Program SEASTATE.

Model SACS kepadatan massa setara dengan 2,014.3lb/ft^3 untuk diameter 30” dan 1,182.2lb/ft3 untuk diameter 20”.

Data tanah

Data tanah diambil dari PT Soilmaklelan untuk Laporan Tanah No J452/93-4 tanggal 12 Agustus 1993 (Ref. 3) yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Kapasitas kompresi beban aksial pada pile

Kelompok tiang dan kedalaman penetrasi *(ft)*		**Kapasitas *ultimate* terhadap beban aksial *(Kip)***
PA1 (101L)	350	5863.3
PA2 (119L)	351	5824.8
PB1 (181L)	351	5892.8
PB2 (199L)	352.5	5849.1

Sumber: Data Requalification Tahun 2006

Material

Mutu baja yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Pipa < 16”dia ASTM A53/API5L Gr.B Fy = 35Ksi
- Pipa > 16”dia ASTM A36 Fy = 36 Ksi
- Penampang profil ASTM A36 Fy = 36Ksi

Tegangan Ijin

Tegangan ijin menggunakan API RP 2A peningkatan tegangan yang diijinkan menggunakan:

- *In-place* analisis menggunakan beban kombinasi = 1
- *In-place* 100 tahun badai menggunakan beban kombinasi = 1.333

Korosi

Dalam hasil pengukuran ditemukan bahwa telah terjadi pengurangan ketebalan material pada area pasang-surut, yang menjadi dasar untuk mengurangi ketebalan property dalam pemodelan program SACS.

Beban pada upper structure

Beban pada anjungan yang terdiri dari beban mati, beban hidup dalam analisis digunakan sebagai berikut: Beban hidup terdistribusi secara merata pada;

- Jacket walkway = 50 lb/ft^2
- Cellar deck (daerah sumur dan kantilever) = 200 lb/ft^2
- Cellar deck (daerah lainnya) = 350 lb/ft^2
- - Main deck (daerah sumur) = 200 lb/ft^2
- - Main deck (daerah lainnya) = 500 lb/ft^2
- Beban crane
- Berat sendiri = 30 kips
- Hook crane dengan segala arah = 17.6 kip
- Moment max. pada tumpuan crane = 264 kips.ft
- Beban Rig
- Beban total rig disaat beroperasi = 1,652 kips.

Pada Tabel 8 menjelaskan jenis-jenis beban yang terjadi pada saat rig beroperasi

Tabel 8 Jenis-jenis beban yang terjadi pada saat rig beroperasi

Derrick Set + BOP (Movable)	657 kips
Filler Base (Fixed Position)	70 kips
Pipe Rack Loading (Movable)	10 kips
9700' of BHA Set back Load (Movable)	287 kips
1300' of BHA Set Back Load (Movable)	63 kips
Liner in Hole - Hook Load (Movable)	300 kips
Casing Over Pull (Movable)	177 kips
Liquids (Movable)	88 k ips
Total	1,652 kips

Sumber: Data Requalification Tahun 2006

Beban mati pipa terdistribusi merata pada;

- -Jacket walkway= 24 lb/ft^2
- -Cellar deck (diantara kaki anjungan) = 45 lb/ft^2
- -Cellar deck (daerah kantilever) = 30 lb/ft^2
- -Main deck (daerah manifold) = 80 lb/ft^2
- -Main deck (diantara kaki anjungan) = 30 lb/ft^2
- Beban mati plat, grating, firewall dan berat sendiri sumur;
- -Plat = 16 lb/ft^2

- -Grating = 14 lb/ft^2
- -Jacket walkway (grating)= 20 lb/ft^2
- -Fire wall = 0.40 kip/ft
- -Berat sendiri sumur = 5 kips/each

4.1 Pengumpulan data sekunder

Data sekunder yang berhubungan dalam analisis extension deck, diantaranya;

Beban kompresor:

-Skid compresso r= 111 kips

-Cooler = 20.7 kips

Total = 131.7 kips.

4.2 Pemodelan geometri struktur

Pemodelan geometri struktur pada program SACS merupakan langkah awal analisis suatu konstruksi. Pada Gambar 5 memperlihatkan hasil pemodelan geometri struktur extension deck anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah (dengan warna biru):

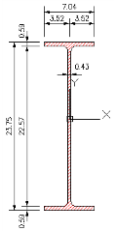
Geometri existing Geometri extension deck

Gambar 5 Pemodelan geometri anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah

4.3 Analisis

Analisis extension deck anjungan lepas pantai Sepinggan Rajah menggunakan analisis static. Pada hasil akhir analisis menampilkan nilai unity check yang merupakan nilai rasio hasil perbandingan antara beban & gaya yang terjadi pada suatu profil baja terhadap kekuatan ijin profil baja itu sendiri. Nilai unity check menurut AISC-ASD harus memiliki nilai ≤ 0.95 untuk dianggap bahwa profil baja yang digunakan kuat menerima beban dan gaya yang terjadi.

Pada pemodelan dan analisis, direncanakan menggunakan profil baja $W_{24\times62}$ pada sisi bawah skid untuk menerima beban kompresor dengan penampang profil seperti Gambar 6.



Gambar 6 Penampang profil baja $W_{24\times62}$

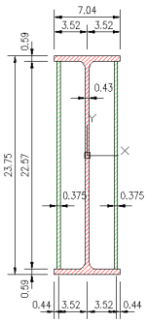
Hasil analisis menunjukan beberapa profil baja seperti pada Gambar 3 memiliki nilai unity check > 0.95, profil baja tidak mampu menerima beban dan gaya yang terjadi.

Pada Tabel 9, menunjukan bahwa beam $W_{24\times x62}$ memiliki nilai unity check > 0.95.

Tabel 9 Tabel *Unity Check beam W24x62*

Joint	Group ID	Jenis Material	UC
0009-0200	CD4	W24x62	1.10
0028-0034	CD4	W24x62	1.14
0027-0033	CD4	W24x62	1.13
0003-0005	CD4	W24x62	0.98

Dengan hasil unity check memiliki nilai > 0.95, dicoba dengan menambah luasan profil baja, salah satunya dengan system box plate dengan menambahkan plat baja tebal 3/8”, bentuk modifikasi dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7 Modifikasi penampang profil baja $W_{24\times62}$

Setelah perkuatan penampang profil baja, maka didapat hasil analisis dengan nilai unity check < 0.95, yang dapat diartikan bahwa profil baja tersebut mampu menerima beban dan gaya yang terjadi.

Pada Tabel 10 dibawah ini menjelaskan bahwa beam W24x62 yang telah dimodifikasi memiliki nilai unity check < 0.95.

Tabel 2 Tabel *Unity Check beam W24x62* modifikasi

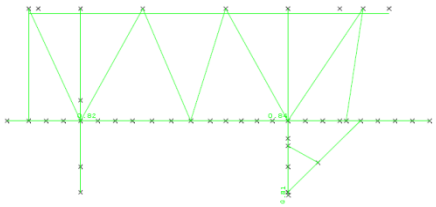
Joint	Group ID	Jenis Material	UC
0009-0200	WA	W24x62	0.64
0028-0034	WA	W24x62	0.62
0027-0033	WA	W24x62	0.61
0003-0005	WA	W24x62	0.75

Rangkuman hasil analisis program SACS pada Tabel 11 dibawah ini merupakan rangkuman terhadap member yang diberi perkuatan dan akan di tinjau untuk verifikasi dan validasi dengan menunjukan nilai unity check pada member tersebut.

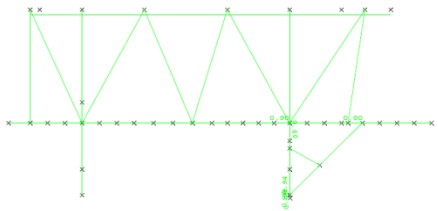
Tabel 11 Rangkuman hasil analisis program *SACS* pada join perkuatan

Joint	Nilai rasio disain *SACS output*		
	Group ID	Sebelum perkuatan	Setelah perkuatan
0009-0200	WA	1.10	0.64
0028-0034	WA	1.14	0.62
0027-0033	WA	1.13	0.61
0003-0005	WA	0.98	0.75

Pada Gambar 8 dan Gambar 9 dibawah ini, hasil analisis juga memperlihatkan bahwa kolom-kolom yang ada pada sisi extension deck masih memiliki nilai unity check < 0.95, dengan kesimpulan bahwa profil baja mampu menerima beban dan gaya yang terjadi sehingga tidak diperlukan perkuatan pada kolom ekisting.



Gambar 8 Output data grafis- ROW-A unity check < 0.95



Gambar 9 Output data grafis- ROW-B unity check < 0.95

Hasil analisis program SACS pada Tabel 12 dibawah ini merupakan rangkuman terhadap kolom ROW-A dan ROW-B dengan menunjukan nilai maximum unity check pada kolom tersebut.

Tabel 12 Rangkuman hasil analisis program *SACS* pada kolom

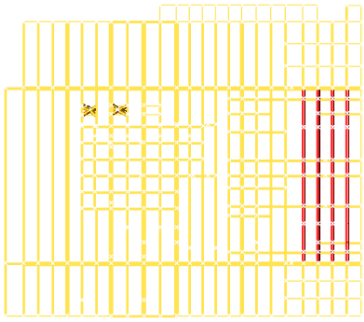
ROW	Group ID	Max. UC	
		Eksisting	Modifikasi
A	DL2	0.62	0.81
B	DL2	0.50	0.94

4.4 Verifikasi dan validasi

Dalam melakukan verifikasi dan validasi penulis melakukan analisis terhadap profil baja yang yang dianggap penting.

4.5 Hasil Analisis.

Batang sederhana pada analisis ini diambil pada join 0009-0200 pada Gambar 10.

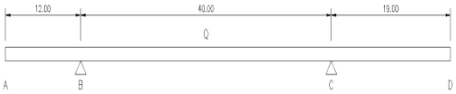


Gambar 10 Geometri batang sederhana join 0009-0200

Profil baja diatas memiliki 2 (dua) tumpuan, untuk beban hidup dan beban mati mengambil pendekatan pada beban model program SACS seperti pada Tabel 13.

Tabel 13 Beban beban yang bekerja pada join 0009-0200

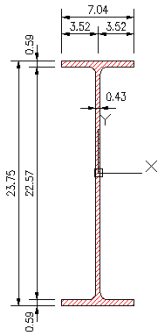
Load Condition	*Total Load (Kips)*
Self weight	6.6597
Load – 3	4.4170
Load – 6	6.700
Load – 10A	67.0034
Load – 40	13.8587
Total Load	98.6387



Gambar 11 Permodelan tiik tumpu join 0009-0200

Titik A = Join 0009
Titik D = Join 0200
Jarak titik A-D = 71ft
Q=98.6387/71=1.3893 kip/ft
RC= 57.9502 kip
RB= 40.6885 kip
Vmax= 57.9502 kip
Mmax=250.765 kipft

Dari data-data diatas digunakan profil baja seperti pada Gambar 12.

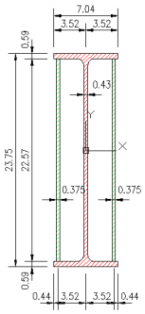


Gambar 12 Penampang profil baja $W_{24\times62}$ join 0009-0200

A = 18.012 in^2
I_x = 1526.192 in^4
S_x = 128.52 in^3
I_y = 34.459 in^4
S_y = 9.79 in^3
Fb_x = Mx/Sx

Fb_x = (250.765*12)/128.52
Fb_x = 23.414 ksi
Fb = $0.6F_y$ = 0.6× 36 = 21.6 ksi
Fb = Fb_x/Fb = 23.414/21.6
= 1.08 > 0.95 NOT OK

Dari hasil di atas, profl baja yang dipergunakan tidak mampu menahan beban dan gaya yang ada, karena profil baja yang harus digunakan adalah $W_{24\times62}$ (existing), maka diperlukan perkuatan pada profil baja tersebut seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Modifikasi penampang profil baja $W_{24\times62}$ join 0009-0200

A = 34.940 in^2
I_x = 2244.771 in^4
S_x = 189.03 in^3
I_y = 244.396 in^4
S_y = 69.431 in^3
Fb_x = M_x/S_x

Fb_x = (250.765*12)/198.03
Fb_x = 15.919 ksi
Fb = 0.6Fy = 0.6×36 = 21.6 ksi
Fb = Fb_x/Fb = 15.919/21.6
= 0.74 < 0.95 OK

4.6 HasilAnalisis terhadap program SACS

Perbandingan hasil perhitungan program SACS terhadap struktur berdasarkan *unity check* dijelaskan pada Tabel 14.

Tabel 14 Rangkuman hasil analisis

Joint	**Group ID**	**Nilai rasio disain**	
		SAC Output	**Analisis manual**
0009-0200	WA	0.64	0.737
0028-0034	WA	0.62	0.701
0027-0033	WA	0.61	0.703
0003-0005	WA	0.75	0.697

Dari hasil analisis di atas menunjukan bahwa analisis dan modifikasi exstension deck dinyatakan memenuhi syarat .

Nilai regangan dan defleksi :

- Regangan maksimum E = σ / ε
  ε = σ / E = 15.92/29,000 = 0.00055in
  Defleksi ijin maksimum pada batang cantilever = L/180. Pada join 0202 dengan panjang cantilever L = 19'-0" maka nilai defleksi ijin = (19 x 12)/180 = 1.2in, pada join 0202 nilai defleksi = 3.399-2.242 = 1.157in. OK.

4.1 Kesimpulan

Hasil analisis didapatkan kesimpulan :

a. Hasil analisis dengan nilai rasio tegangan (unity check) < 0.95, setelah dilakukan perkuatan pada beberapa join yang mengalami kegagalan layan batas pada profil baja $W_{24\times62}$ yang terletak dibawah skid compressor dengan menambah luasan profil baja dengan cara box plate.
b. Hasil analisis tegangan, regangan dan defleksi dengan nilai maksimum adalah sebagai berikut:
   - Nilai tegangan maksimum = 15.92 Ksi (UC = 0.737 < 0.95 OK)
   - Nilai regangan maksimum = 0.00055 in
   - Nilai defleksi maksimum= 1.157 in (join 0202) < L/180 OK

DAFTAR PUSTAKA

Agus Setiawan. 2007. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.

American Institute of Steel Construction Allowable Stress Design 9th edition (AISC-ASD9).

American Petrolium Institute Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixxed Offshore Platform – Working Stress Design (API RP2A-WSD) 21st edition.

Chevron Engineering Standard FFS-5216-A, Structural Welding and Inspection for Offshore Platforms, Application floating & Fixed Platform.

Chevron Enginnering Standard FFS-DU-5217-B, Design of Fixed Platform Structure.

Chevron Engineering Standard FFS-SU-5215-A, Structural Steel & Other Materials for Fixed Offshore Platform.

Chevron Engineering Standard SID-SU-5106, Safety in Design.

Engineering Dynamics, Inc, SACS IV Release 6 Users Manual, 2005.

Gere, J. M. and Timoshenko, S.P., 1997, Mechanics of Materials, PWS Publishing Company.

Hibbeller, R.C, 1999, Analisa Struktur, PT. Prenhallindo.

Hey Sonawan, Rochim Suratman. 2010. *Pengantar untuk Memahami Pengelasan Logam*. Jakarta: Erlangga.

Leet, Kenneth M., 2011, Fundamentals of Structural Analysis, Mc Graw-Hill.

Mather, Angus (1995). "Offshore Engineering", Witherby & Company Ltd.

Schodek, Daniel L. 1999. *Sruktur*. Jakarta: Erlangga.