

ANALISIS TEGANGAN PENYANGGA KAKU PIPA PRIMER IN PILE LOOP

Djaruddin Hasibuan

ABSTRAK

ANALISIS TEGANGAN PENYANGGA KAKU PIPA PRIMER IN PILE LOOP. Dalam rangka melengkapi laporan analisis keselamatan IN PILE LOOP dan untuk persiapan pelaksanaan pengoperasian fasilitas tersebut dengan menggunakan bundel bahan bakar di dalam test section, telah dilakukan analisis tegangan penyangga kaku pipa primer fasilitas IN PILE LOOP. Analisis dilakukan pada 3(tiga) buah penyangga yang dipilih secara random (GU 2001, GU 2012, dan GU 2331). Pada instalasi terpasang penyangga kaku pipa primer fasilitas IN PILE LOOP yang dipilih, diperoleh penggunaan profil W5x10, C3x5 dan L 2 1/2 x 2 1/2 x 1/4 sebagai penyangga utama pada masing-masing penyangga terpilih. Dari analisis yang dilakukan diperoleh tegangan maksimum yang diijinkan lebih besar dari tegangan yang terjadi akibat pembebanan. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa konstruksi penyangga kaku pipa primer fasilitas IN PILE LOOP memenuhi syarat keselamatan.

ABSTRACT

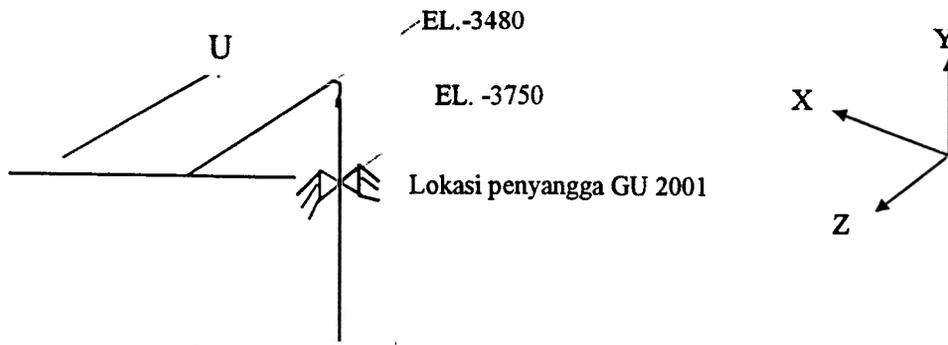
STRESS ANALYSIS OF PRIMARY PIPE RIGID SUPPORT OF THE IN PILE LOOP. Base on requirements of the safety analysis report and operation planning preparation on the in pile loop by using the fuel bundle in the test section, the stress analysis of primary pipe support has been done. The analysis was performed for the 3 (three) points of pipe support, which are chosen by random selection, i.e: GU 2001, GU 2012, and GU 2331. The analysis result showed that the maximum allowable stress was greater than the actual stress. It is concluded that the existing supports fulfil the safety requirements.

PENDAHULUAN

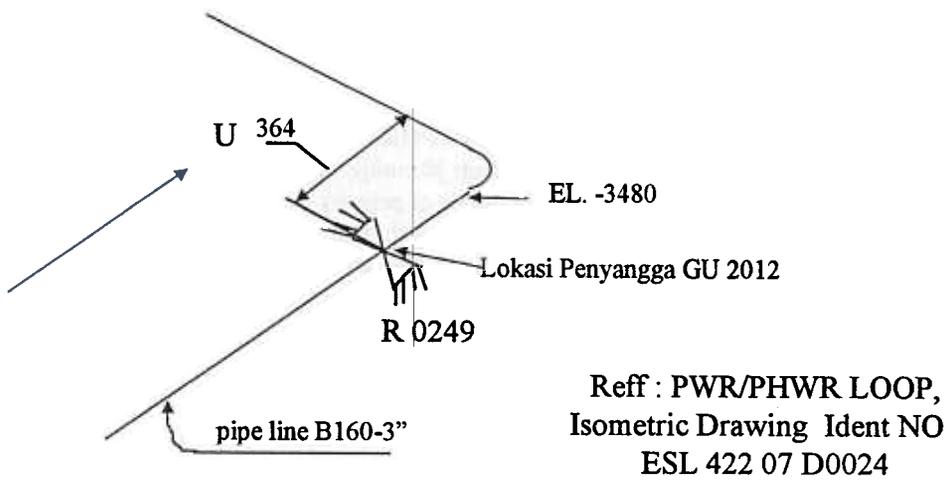
STRESS ANALYSIS OF PRIMARY PIPE RIGID SUPPORT OF THE IN PILE LOOP. Base on requirements of the safety analysis report and operation planning preparation on the in pile loop by using the fuel bundle in the test section, the stress analysis of primary pipe support has been done. The analysis was performed for the 3 (three) points of pipe support, which are chosen by random selection, i.e: GU 2001, GU 2012, and GU 2331. The analysis result showed that the maximum allowable stress was greater than the actual stress. It is concluded that the existing supports fulfil the safety requirements.

TEORI

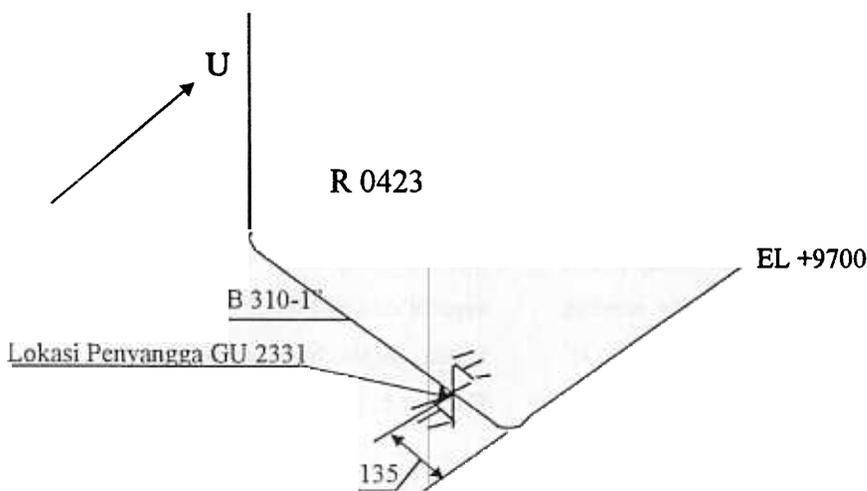
Dalam pelaksanaan analisis penyangga pipa kaku fasilitas IN PILE LOOP ini disepakati bahwa sistem koordinat global penyangga pipa mengikuti sistem Inggris (British version)^[1], dengan sumbu Z berlawanan dengan arah utara dimana arah utara disesuaikan dengan arah utara pada gambar isometrik pipa, sumbu Y vertical dan sumbu X mengikuti kaidah tangan kanan (Right hand rule) seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1-a. Potongan Isometrik Bentangan Pipa B160-3''

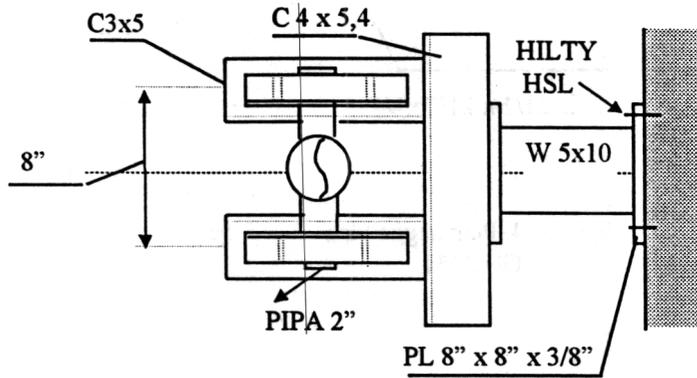


Gambar 1-b. Potongan isometrik bentangan pipa B160-3''

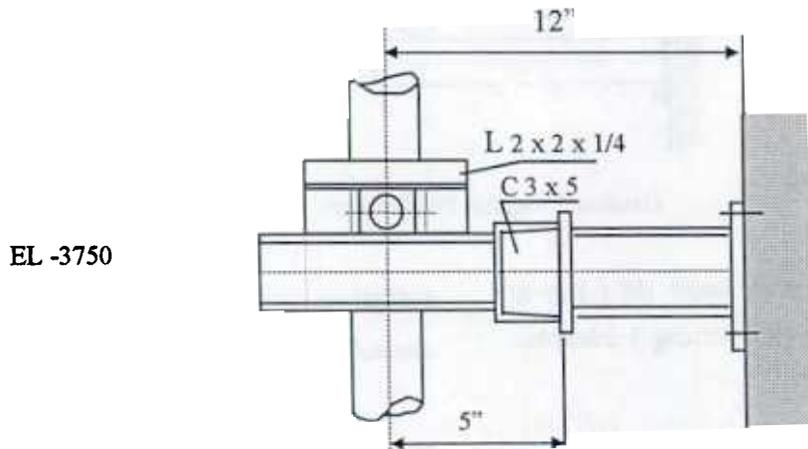


Gambar 1-c. Potongan Isometrik Pipa B310-1''

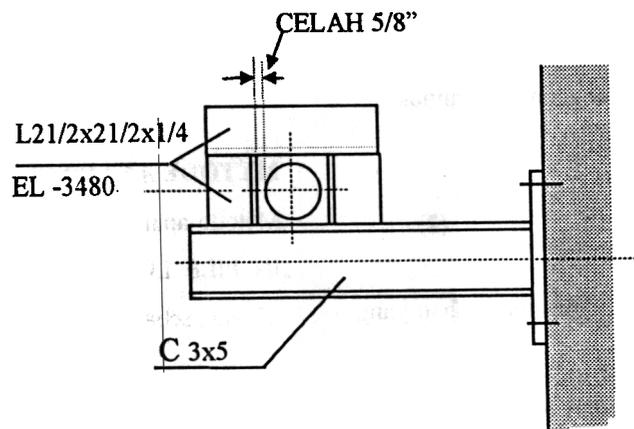
Gambar rakitan terpasang dari penyangga yang akan di analisis ditunjukkan pada Gambar 2a , 2b ,3 dan 4 ¹¹di bawah ini:



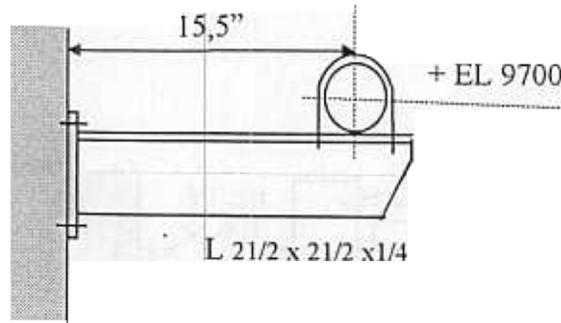
Gambar 2a. Penyangga Pipa GU 2001 (Tampak atas)



Gambar 2b. Penyangga pipa GU 2001 (tampak samping)

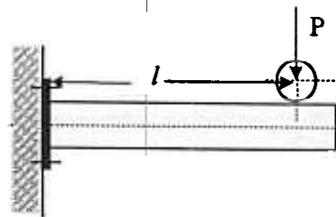


Gambar 3. Penyangga GU 2012



Gambar 4. Penyangga Pipa
GU 2331

Bentuk pembebanan yang terjadi pada penyangga pipa secara sistematis dapat disederhanakan seperti terlihat pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Bentuk Pembebanan

Besarnya momen lentur (M) yang terjadi pada penyangga dihitung berdasarkan persamaan 1⁽²⁾ berikut :

$$Ml = Pl \dots \dots \dots (1)$$

dengan P = Beban yang bekerja pada penyangga

l = Jarak titik beban dari tumpuan penyangga.

Tegangan lengkung yang terjadi pada penyangga (f_b) dihitung dengan menggunakan rumus 2⁽³⁾ berikut:

$$f_b = \frac{Ml}{s_{x-x}} \dots \dots \dots (2)$$

dengan s_x = section modulus dari bahan yang digunakan.

Bahan penyangga dibuat dari baja profil ASTM A36, dengan tegangan mulur $F_y = 36$ ksi,

sedangkan tegangan ijin maksimum (f_a) ditentukan dengan rumus 3⁽⁴⁾ berikut :

$$f_a = 0.60F_y \dots \dots \dots (3)$$

Kemampuan penyangga diketahui dengan cara membandingkan tegangan yang timbul (f_b) dengan tegangan maksimum yang diijinkan (*allowable stress*= f_a), dimana tegangan maksimum yang diijinkan harus \geq tegangan yang timbul.

METODE ANALISIS

Metode analisis penyangga pipa primer fasilitas IN PILE LOOP ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- 1 Penentuan arah dan besar gaya yang bekerja pada penyangga
2. Pemeriksaan kekuatan.

TATA KERJA

1. Penentuan arah dan besar gaya yang bekerja pada penyangga.

Dari uraian terdahulu telah ditentukan bahwa sistem koordinat global penyangga pipa menunjukkan sumbu Z berlawanan dengan arah

utara, sumbu Y vertical dan sumbu X disesuaikan dengan kaidah tangan kanan. Sedangkan berdasarkan lembar data dari analisis pipa diperoleh besar beban untuk masing-masing penyangga yang akan dianalisis adalah seperti terlihat pada tabel 1, 2 dan 3 [1] berikut :

Tabel 1. Beban maksimum pada penyangga pipa GU 2001

Rotasi perpindahan pipa (rad)	Beban maximum penyangga pipa (lbs)
X =	Fx = - lbs
Y =	Fy = 930,6 lbs
Z =	Fz = - lbs
θ =	Mx = - lbs
θ =	My = - lbs
θ =	Mz = - lbs

Tabel 2. Beban maksimum pada penyangga pipa GU 2012

Rotasi perpindahan pipa (rad)	Beban maksimum penyangga pipa (lbs)
X =	Fx = - Lbs
Y =	Fy = 425 Lbs
Z =	Fz = - Lbs
θ =	Mx = - Lbs
θ =	My = - Lbs
θ =	Mz = - Lbs

Tabel 3. Beban maksimum pada penyangga pipa GU 2331

Rotasi perpindahan pipa (rad)	Beban maksimum Penyangga Pipa
X =	Fx = - Lbs
Y =	Fy = 64 Lbs
Z =	Fz = - Lbs
θ =	Mx = - Lbs
θ =	My = - Lbs
θ =	Mz = - Lbs

Untuk mengantisipasi beban dinamik tak terduga maka beban yang timbul dikalikan dengan suatu faktor pergandaan (k), dimana untuk penyangga yang tergolong safety class

harga k = 1,666 sehingga arah dan besar beban pada masing-masing penyangga adalah seperti terlihat pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Besar dan arah beban

NO	No: Penyangga	Besar beban [lbs]	Arah Beban
1	GU 2001	1550	Sb Y (vertical)
2	GU 2012	708	Sb Y(vertical)
3	GU 2331	161	Sb Y(vertical)

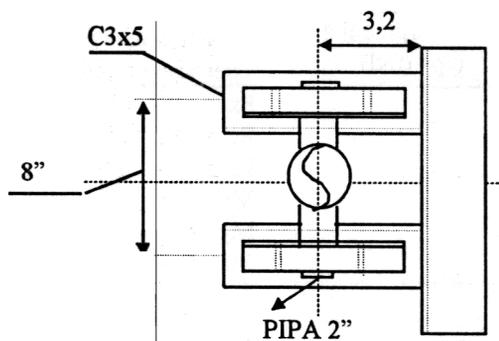
2. Pemeriksaan kekuatan

Pada konstruksi penyangga kaku pipa fasilitas IN PILE LOOP ini, bagian yang perlu diperiksa kekuatannya adalah bagian yang langsung dikenai beban dan dianggap paling lemah, dalam hal ini adalah:

- a) Material penyangga.
- b) Baut angkur pengikat penyangga pada tembok.

A. Pemeriksaan kekuatan profil penyangga pipa

Bagian penyangga GU 2001 yang mengalami pembebanan langsung dan dianggap paling berbahaya adalah bagian lengan penyangga seperti terlihat pada Gambar 6 berikut



Gambar 6. Lengan Penyangga GU 2001

Sedangkan pada penyangga GU 2012 dan penyangga 2331 bagian yang langsung dikenai beban adalah bagian penyangga utama seperti terlihat pada Gambar 3 dan 4. Penyangga utama bagian-bagian ini masing-masing dibuat dari profil C 3 x 5, dan L 21/2 x 21/2 x 1/4 bahan baja ASTM A36. Dalam pengoperasiannya penyangga ini mengalami beban lentur sebesar f_{by} . Untuk baja ASTM A36 tegangan ijin maksimum

$(S_i) = 0,6 \cdot F_y$, dimana $F_y = \text{yield force}^{[3]}$. $S_i = 0,6 \cdot 36 \text{ ksi} = 21,6 \text{ ksi} = \text{diambil } 21 \text{ ksi}$. Untuk profil C 3 x 5, didapat Section modulus $(S_{x-x}) = 3,56^{[3]}$ dan untuk L 21/2 x 21/2 x 1/4 $S_{x-x} = 0,394$. Dengan menggunakan rumus 1,2 dan 3 maka diperoleh perbandingan beban yang timbul dan beban maksimum yang diijinkan seperti terlihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Perbandingan Beban yang timbul dengan Beban ijin maksimum

No. Penyangga	Beban maksimum yang diijinkan(kips)	Beban yang timbul (P) (kips)	Keterangan
GU 2001	30,87	0,680	Konstruksi aman
GU 2012	30,87	1,268	Konstruksi aman
GU 2331	24,99	6,300	konstruksi aman

B. Pemeriksaan kekuatan baut angkur

Beban yang bekerja pada baut angkur adalah beban geser yang besarnya sama dengan beban yang timbul (P) = 6,300 kip. Baut angkur

yang digunakan adalah baut HILTI, dengan spesifikasi teknik seperti terlihat pada tabel 3 ^[5] berikut :

Tabel 4. Spesifikasi baut angkur

Diameter lubang (mm)	Panjang baut angkur (mm)	kedalaman lubang min (mm)	Z _{rec} (KN)	Q _{rec} (KN)	No. kode Produksi	No. Identifikasi
24	152	120	28	41.1	HSL-B-TZ M16/25	45867/9

dimana :

Z_{rec} = Beban tarik yang diijinkan bekerja pada baut (statis), jika baut dipasang pada beton dengan kemampuan ikat = 30 N/mm².

Q_{rec} = Beban geser yang diijinkan bekerja pada baut (statis), jika baut dipasang pada beton dengan kemampuan ikat = 30 N/mm².

Dari Tabel 4 di atas diperoleh bahwa beban tarik maksimum yang diijinkan pada baut angkur = 28 KN = 6160 lb = 6,16 kip, dan beban geser maksimum yang diijinkan = 41,1 KN = 9042 lb = 9,042 kip. Untuk setiap penyangga digunakan 4 buah baut angkur, sedangkan beban ijin maksimum yang bekerja pada keempat baut angkur tersebut = 36,168 kip, maka dengan membandingkan beban geser yang timbul dengan tegangan ijin maksimum, diperoleh 6,300 kip < 36,168 kip.

PEMBAHASAN

Besarnya tegangan lengkung (GU 2001=0,680kips, GU 2012=1,268 kips, GU 2331=6,300 kips) sebagai akibat beban lengkung yang timbul pada profil penyangga utama < tegangan maksimum yang diijinkan (GU 2001=30,87 kips, GU 2012=30,87 kips, dan GU 2331=24,99 kips), hal ini berarti bahwa profil penyangga utama aman terhadap beban yang timbul. Pada baut anchor yang digunakan, besarnya beban geser maksimum yang terjadi (P=1,550 kips) < beban maksimum yang

dijijinkan ($f_a = 90,42$ kips), maka penggunaan baut anchor dengan merek HILTI, type HSL dengan No. Kode produksi HSL-B-TZ M16/25 aman terhadap beban geser yang timbul.

KESIMPULAN

Dengan selesainya analisis ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tegangan ijin maksimum lebih kecil daripada tegangan yang timbul, hal ini berarti bahwa konstruksi penyangga kaku pipa primer fasilitas IN PILE LOOP aman terhadap pembebanan yang terjadi.
2. Dengan selesainya analisis ini dilakukan, maka laporan analisis keselamatan fasilitas IN PILE LOOP ini semakin lengkap, hal ini dimaksudkan untuk melengkapi persyaratan untuk mendapatkan ijin pengoperasian fasilitas tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANSALDO spa, General and Support Drawing, No Ident: 22.07 D0027.
2. S.TIMOSHENKO, STRENGTH OF MATERIAL, D.Van Nostrad Company Inc New York 1966.
3. Charles. G. Salmon and John .E. Johnson, Steel Structures, Design and Behavior, second edition.
4. Manual of Steel Construction, Allowable Stress Design, ninth edition, chicago 1992.
5. HILTI, Application and Products 1991/92, No: TE 18 - M.

PERTANYAAN

Penanya Arismunandar P.

Pertanyaan :

1. Tumpuan beban maksimum terjadi pada baut, apakah kekuatan masing-masing baut (dari keempat baut) sama, apakah/mengapa tidak diperhitungkan !
2. Jika dinding terbuat dari logam, maka pendapat anda hanya terjadi tegangan gunting benar, tetapi dinding dari beton/cor bagaimana kekuatan dinding beton yang dipasang baut terhadap beban geser.

Jawaban :

1. Baut mengalami beban geser sebesar beban yang ditransfer dari pipa (maksimum = 6,3 kips) sedangkan dari tabel spesifikasi baut diketahui beban geser yang diinginkan $Q_{rel} = 41,1$ KN = 9,042 Kips untuk satu baut, maka untuk 4 baut 36,168 Kips bandingkan beban yang timbul dengan beban yang diijinkan ($6,3 < 36,168$ jadi konstruksi aman)
Dengan menggunakan baut dari jenis yang sama maka kekuatannya sama (dijamin perusahaan pembuat)
2. Lihat tabel spesifikasi baut, beban tarik/beban geser yang diijinkan berlaku pada beton dengan kemampuan ikat 30 N/mm² sedangkan kemampuan dinding reaktor = 43 N/mm².

Penanya : Yan Bony Marsahala

Pertanyaan :

Mengapa anda mengantisipasi barang yang sudah jadi yang tanpa dianalisis pun kita sudah mengetahui bahwa hasilnya pasti aman. Kalau boleh kami sarankan agar judul penelitian ditinjau ulang dengan mengganti analisis dengan evaluasi dari objek penelitian tersebut misalnya setelah terpasang sekian lama.

Jawaban :

Sebabnya analisis dilakukan adalah akibat dari keterbatasan dokumentasi yang diperoleh tidak menunjukkan angka-angka nyata antara beban yang timbul dan beban yang diijinkan, selain itu hal tersebut analisis perlu dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyangga, dimana apabila ada pembangunan fasilitas lain dimasa datang pemamfaatan penyangga bisa dipertimbangkan untuk digunakan pada jalur yang bersamaan.

Penanya : Usman Sudjadi

Pertanyaan :

Tolong dijelaskan tentang S_{x-y} , S_{y-y} , S_{x-z} ?

Jawaban :

1. Dalam penggunaan nbaja profil pada konstruksi section modulus sangat berperan dimana section modulus ini bergantung pada bentuk penampang prafil jika beban bekerja searah sumbu $x - y$, maka jika perhitungan digunakan S_{y-y} dan sebaliknya jika beban searah sumbu $y - y$, maka pada perhitungan digunakan S_{y-x} , lihat contoh pada gambar berikut :

