



ANALISIA REABILITAS (KEKUATAN DAN KEMUDAHAN) PADA SUBSTITUSI “END CAP” DENGAN MENGGUNAKAN “END PLATE” PADA SPOOL UNTUK PENGETESAN *PRE* *COMMISSIONING – HYDRO TEST*

Ardiansyah Pasaribu*

Universitas Karimun, Indonesia

*Email Korespondensi : ardiansyahpasaribuuk@gmail.com

Alamat : Jl. Raya Komp. Timah, Tlk. Uma, Tebing, Kabupaten Karimun,
Kepulauan Riau 29661

Korespondensi penulis: ardiansyahpasaribuuk@gmail.com

Abstract *In the piping fabrication process and to meet the client's requirements and specifications, hydrotest testing is needed to test the strength of the welding/connection process and test for leaks in the product or production output. Each testing stage definitely has obstacles, one of the obstacles that occurs in Hydrotest work is the unavailability on the market of the material needed for the Pre Commissioning Test-Hydro Test, namely End Cap, to overcome this obstacle the engineering team recommends a substitute solution for “End Cap” by using “End Plate”. The research carried out will identify the suitability of the analyzes mentioned above. The research method is experimental with quantitative methods. The results of the research show that the substitution of using an End Plate for an End Cap is considered to have sufficient strength value in terms of strength, shows that the substitution of using an End Plate for an End Cap is stated to have a greater convenience value than using an End Cap in terms of ease of obtaining material, shows that the substitution of using an End Plate for an End Cap is stated to have a greater convenience value than using an End Cap in terms of ease of installation/fit up and is stated to have a smaller convenience value than using an End Cap in terms of ease in the welding/welding process.*

Keywords: *Piping, Hydrotest, End Cap*

Abstrak. Dalam proses fabrikasi perpipaan (*piping*) dan untuk memenuhi persyaratan dan spesifikasi dari klien, pengujian *hydrotest* diperlukan untuk menguji kekuatan dari proses pengelasan (*welding*)/sambungan dan pengujian terhadap kebocoran pada produk atau hasil produksi. Setiap tahap pengujian pasti mempunyai kendala, salah satu kendala yang terjadi pada pekerjaan *Hydrotest* yaitu tidak tersedianya di pasaran material yang diperlukan untuk pengujian *Pre Commissioning Test - Hydro Test* ini yakni *End Cap*, untuk mengatasi kendala ini pihak engineering merekomendasikan solusi substitusi “End Cap” dengan menggunakan “End Plate”. Penelitian yang dilakukan akan mengidentifikasi kesesuaian terhadap analisa-analisa tersebut diatas. Metode penelitian bersifat eksperimental dengan metode kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan substitusi penggunaan End Plate menjadi End Cap dinilai memiliki nilai kekuatan yang cukup ditinjau dari segi kekuatan, menunjukkan substitusi penggunaan End Plate menjadi End Cap dinyatakan memiliki nilai kemudahan lebih besar daripada pemakaian End Cap ditinjau dari segi kemudahan dalam mendapatkan material, menunjukkan substitusi penggunaan End Plate menjadi End Cap dinyatakan memiliki nilai kemudahan lebih besar daripada pemakaian End Cap ditinjau dari segi kemudahan dalam instalasi/Fit up dan dinyatakan memiliki nilai kemudahan lebih kecil daripada pemakaian End Cap ditinjau dari segi kemudahan dalam proses pengelasan/welding.

Kata Kunci:: *Piping, Hydrotest, End Cap*

Received: Mei 5, 2025; Revised: Juli 31, 2025; Accepted: Agustus 12, 2025; **Online Available:** September 7, 2025; **Published:** September 7, 2025;

*Ardiansyah Pasaribu, ardiansyahpasaribuuk@gmail.com

1. LATAR BELAKANG

Dalam memenuhi persyaratan dan spesifikasi dari klien, setiap perusahaan khususnya perusahaan yang bergerak dalam bidang minyak dan gas selalu memberikan atensi khusus dalam menjaga kualitas pada produk atau layanan yang merupakan suatu persyaratan mutlak bagi setiap perusahaan. Untuk mempertahankan kualitas yang sesuai dengan kepuasan klien, terdapat banyak hal yang harus diperhatikan, salah satunya pengujian atau *testing*. Dalam karya tulis ini penulis ingin membahas mengenai salah satu pengujian yakni *Pre Commissioning Test - Hydro Test*. Setiap tahap pengujian pasti mempunyai kendala termasuk pengujian *Pre Commissioning Test - Hydro Test* ini, baik itu dari sisi sumber daya manusia, proses pekerjaan, material yang diperlukan dan alat-alat penunjang yang diperlukan diproses pengujian ini. Salah satu kendala yang terjadi pada pekerjaan di *Project Scarborough Development Export Trunkline* yaitu tidak tersedianya di pasaran material yang diperlukan untuk pengujian *Pre Commissioning Test - Hydro Test* ini yakni *End Cap*. Dikarenakan hal ini departemen engineering merekomendasikan ke pihak klien dengan solusi substitusi "End Cap" dengan menggunakan "*End Plate*".

Substitusi "End Plate" sebagai "End Cap" dalam pengujian Hydrotest pada tahap Pre-Commissioning memiliki keunggulan dalam kemudahan instalasi (fit-up) dan pengelasan. Bentuk datar dari "End Plate" memungkinkan proses penyelarasan yang lebih sederhana dibandingkan dengan "End Cap" yang berbentuk cembung atau silinder. Selain itu, material "End Plate" lebih mudah dipotong dan disesuaikan dengan diameter spool. Namun, pengelasan perlu dilakukan secara penuh di sekeliling sambungan untuk memastikan kedap terhadap tekanan uji, serta perlu memperhitungkan kemungkinan distorsi akibat panas. Dengan pertimbangan ini, penggunaan "End Plate" dapat menjadi alternatif yang efisien asalkan memenuhi standar kekuatan dan keselamatan yang dibutuhkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian substitusi "End Plate" sebagai "End Cap" pada spool dalam pengujian Hydrotest tahap Pre-Commissioning dari tiga aspek utama: kekuatan, ketersediaan material, serta kemudahan instalasi dan pengelasan. Dari segi kekuatan, perlu dipastikan bahwa "End Plate" mampu menahan tekanan uji tanpa mengalami deformasi atau kebocoran. Dari aspek ketersediaan material, "End Plate" cenderung lebih mudah diperoleh dan diproses dibandingkan "End Cap" yang

mungkin memiliki keterbatasan ukuran atau ketersediaan di pasaran. Sementara itu, dari segi instalasi dan pengelasan, bentuk datar "End Plate" mempermudah proses fit-up, tetapi membutuhkan pengelasan penuh untuk memastikan kedap terhadap tekanan. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, penelitian ini akan mengevaluasi keandalan penggunaan "End Plate" sebagai alternatif "End Cap" dalam pengujian Hidrotest.

2. KAJIAN TEORITIS

Dalam sistem perpipaan menuntut adanya uji kelayakan pada tahap fabrikasi karena adanya aliran yang bertekanan tinggi yang akan melewati sistem perpipaan tersebut. Hal ini menuntut adanya sistem kontrol dan pengecekan untuk memastikan potensi kebocoran tidak terjadi dalam sistem perpipaan tersebut. Prosedur ini juga merupakan tuntutan klien yang harus diberikan perhatian penuh oleh pihak kontraktor. Salah satu bentuk pengujian yang diperlukan adalah dengan cara Hidrotest. Terjadinya kebocoran akan mengakibatkan masalah vital dan berpengaruh besar pada resiko keamanan. Terdapat banyak cara pengujian untuk mengidentifikasi kebocoran, tetapi dalam karya ilmiah ini penulis akan mengulas tentang Hidrotest.

3. METODE PENELITIAN

Metode analisis data yang digunakan adalah metode kuantitatif. Parameter pengetesan Hydro Test dicatat, kemudian dianalisa dengan prosedur kerja yang ditentukan. Semua data parameter selama proses fabrikasi dan pengetesan dicatat kemudian dianalisa untuk memperoleh data tekanan yakni 11 Barg yang diberikan dan nilai hasil yang diharapkan pada masa holding time.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pengetesan-Hidrotest diperlukan installasi dummy spool pada kedua ujung spool tersebut (Start & End). Pada penelitian ini, penulis meneliti dan membahas proses substitusi End Cap menjadi End Plate pada dummy spool tersebut dengan alur persiapan specimen proses pengetesan dan analisa data sebagai berikut :

Calculation Note untuk substitusi End Cap menjadi End Plate

Setelah mendapatkan persetujuan oleh pihak client, pihak engineering akan melakukan revisi pada prosedur pengetesan – Hydro test dan gambar kerja yang akan dijadikan pedoman pada :

- a. Proses Fabrikasi Dummy Spool
- b. Instalasi Dummy Spool pada Spool pipa – Header pipe
- c. Proses pengetesan Hydro Test

Sesuai dengan data perhitungan diatas Nilai diatas dapat ditentukan data sebagai berikut :

Deskripsi material	: End Cap
Ukuran	: 760mm Internal pipe diameter
Tebal	: 33.8mm
Tekanan izin	: 252 Bar atau 25.2 N/mm ²
Tekanan izin maksimal	: 236.785 N/mm ²
Material	: S355 dengan allowable stress 2/3 Ys

Bisa disubstitute dengan Material :

Deskripsi material	: Plate 40mm
Tebal minimum yang diperlukan	: 33.8mm
Tebal yang ditentukan	: 40mm
Material	: S355 dengan allowable stress 2/3 Ys

Sebagai bahan pertimbangan berdasar pada nilai ekonomis substitusi End

Fabrikasi Dummy Spool untuk proses hydro test pada Spool Pipa – Header Pipe

Proses Fabrikasi Dummy Pipe untuk proses hydro test pada Spool Pipa – Header Pipe dilakukan dengan tahapan berikut :

- a. Approved Dwg Issuance

Pihak Engineering akan mendistribusikan Approved Drawing (Gambar kerjayang telah disetujui oleh pihak klien).Pihak Engineering dan pihak documentControll akan melakukan update di sistem dan mendistribusikan kepada semua pihak yang terkait.

b. Material Take Off Update

Pihak Engineering akan melakukan update di sistem untuk semua material yang dibutuhkan dalam pekerjaan sesuai dengan detail material yang tertera dalam gambar kerja.

c. Material Coupon issuance

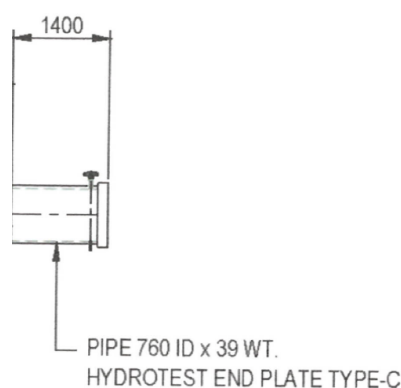
Pihak Material Analyst akan melakukan pengecekan ketersediaan pada material yang dibutuhkan sesuai dengan data di sistem Material Take Off. Untuk material yang status nya Available(tersedia), pihak material analyst akan mengeluarkan Dokumen Material Coupon yang akan diteruskan ke Pihak Project Store.

d. Pre Fabrication Process

Pihak PPCO (Project Planning Controll) melakukan analisa dan pengecekan pada material yang dibutuhkan sebelum proses fabrikasi.

e. Fabrication Process

Material Controll akan menerima material setelah Pre fabrication process dilakukan dan mengecek kesesuaian material yang diterima dengan detail material pada gambar kerja.



Piping Flushing dan Pigging Test pada spool pipa – header pipe

Sebelum dilakukan proses installasi dummy spool pada spool pipa, terdapatnya beberapa proses yang akan dilakukan pada Spool Pipa – Header pipe terlebih dahulu yaitu Piping Flushing dan Pigging Test.

a. Piping Flushing

Piping Flushing adalah tahapan pembersihan bagian dalam spool pipa tersebut dengan mengaliri air terus menerus dengan waktu dan pressure yang telah ditentukan sampai internal pipa tersebut benar benar bersih dari kotoran.

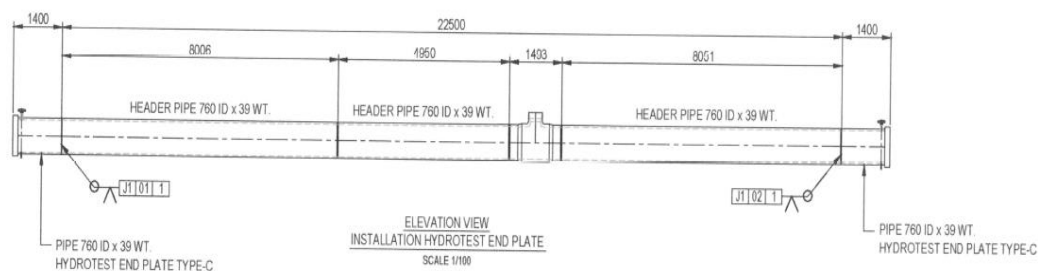
b. Pigging Test

Pigging Test adalah proses pembersihan atau inspeksi dalam pipa untuk menghilangkan kontaminan, korosi, atau partikel asing yang dapat mengganggu aliran fluida atau gas. Fungsi pigging meliputi pembersihan pipa dari kontaminan, korosi, atau partikel asing, pengurangan tekanan jatuh dan peningkatan aliran, serta inspeksi pipa untuk mendeteksi cacat atau kerusakan yang dapat mengakibatkan kebocoran atau kegagalan sistem.

Instalasi Dummy pipe dengan pipa spool header

Secara keseluruhan proses instalasi tidak jauh berbeda dengan proses fabrikasi. Secara garis besar perbedaannya terdapat pada :

Tipe joinan/sambungan, pada proses instalasi tipe joinan nya adalah Butt joint – joinan antara pipa pada dummy spool dengan pipa pada spool Header pipe pada kedua sisi spool tersebut : awal dan akhir.



Proses Hydrotest pada spool pipa – Header pipe

Setelah joinan Dummy Spool dengan spool pipa sudah selesai di laksanakan, proses hydrotest bisa dilakukan dengan tahapan berikut :

a. Piping installation Pre-Test Checks

Pengecekan ini harus dilakukan sebelum melakukan pekerjaan karena termasuk dalam prosedur kerja yang sudah disetujui oleh pihak klien. Pihak production engineer akan mengundang pihak QC dan pihak klien untuk witness/menyaksikan pengecekan.

- b. Tahap persiapan sebelum melakukan hydrotest :
- 1) Pembentukan tim untuk melakukan proses hydrotest
 - 2) Persiapan pada equipment(perengkapan), alat kerja dan alat pengukur yang akan dibutuhkan pada proses hydrotest tersebut sampai selesai
 - 3) Persiapan permit kerja dan tim keselamatan yang sangat diperlukan pada proses hydrotest tersebut
 - 4) Mempersiapkan barikade dengan jarak aman yang sesuai dengan aturan keselamatan
 - 5) Memastikan penggunaan alat pelindung lengkap untuk semua anggota tim
 - 6) Memastikan penerangan yang cukup sesuai aturan keselamatan
 - 7) Memastikan tersedianya alat komunikasi jika diperlukan
 - 8) Memastikan pengisian air didalam jalur pipa yang mau dites terisi oleh air sepenuhnya tanpa terdapatnya udara yang tinggal di dalam jalur pipa tersebut.
- c. Tahap pelaksanaan proses hydrotest

Sebelum melaksanakan proses hydrotest, pre job meeting harus dilakukan untuk membahas :

- a. Keutamaan penggunaan alat pelindung diri.
- b. Mengetahui poin-poin mana saja yang rentan terjadi kebocoran
- c. Penjelasan mengenai prosedur penanggulangan bila terjadi kecelakaan kerja dan hal-hal darurat lainnya
- d. Protokol komunikasi saat proses Hydrotest
- e. Inspeksi terhadap peralatan dan perawatan sebelum proses Hydrotest dan saat berlangsungnya proses hydrotest.
- f. Tahapan pelaksanaan proses Hydrotest dari mulai dilakukan hingga selesai dilaksanakan, dan penjelasan mengenai bahaya apa saja yang terpapar pada setiap tahapan tersebut.

Setelah melakukan Pre Job Meeting diatas tim hydrotest akan melakukan proses Hydrotest yang disaksikan oleh pihak Engineering, QC dan Klien.

Pembahasan

1. Analisa kekuatan kemudahan pada substitusi end cap dengan menggunakan end plate pada spool untuk pengetesan pre commissioning – hydrotest

Untuk hal ini, penulis menggunakan parameter pembuktian kekuatan End Plate pada pelaksanaan hydrotest, dimana End plate tersebut mampu bertahan pada pressure 318.2 Bar – Holding time = 8 Jam.

Hal ini menyatakan bahwa :

Proses instalasi dengan penggunaan End Plate mempunyai nilai kekuatan yang cukup untuk mensubstitusi penggunaan End Plate

2. Analisa reabilitas kemudahan pada substitusi end cap dengan menggunakan end plate pada spool untuk pengetesan pre commissioning – hydrotest

Untuk analisa data, penulis menggunakan parameter penggunaan jumlah jam kerja yang diperlukan di setiap proses pekerjaan yang digunakan sebagai bahan analisa untuk menentukan kemudahan pada substitusi end cap dengan menggunakan end plate pada spool untuk pengetesan pre commissioning – hydrotest.

Analisa data perhitungan sesuai dengan tabel dibawah ini :

No	Jenis Pekerjaan	Total Jam kerja Penggunaan End Plate	Total Jam kerja Penggunaan End Cap
1	Fabrikasi dummy spool		
1.a	Fit up	6	20
1.b	Pengelasan	80	40
1.c	Visual Check	0.5	0.5
1.d	NDT	2	2
2	Piping Flushing dan pigging test pada spool pipa	60	60
3	Instalasi Dummy pipe dengan pipa spool header		
3.a	Fit up	20	20
3.b	Pengelasan	40	40
3.c	Visual Check	0.5	0.5
3.d	NDT	2	2
4	Proses Hydrotest pada spool pipa – Header pipe		
4.a	Persiapan	100	100
4.b	Pelaksanaan	130	130
	Total keseluruhan	441	415
	Perbedaan jam	26	
	Persentase Perbedaan jam	6%	

Sebagaimana tertera di table tersebut bisa dinyatakan :

Total keseluruhan jam kerja pada penggunaan End Plate	= 441 jam kerja
Total keseluruhan jam kerja pada penggunaan End Cap	= 415 jam kerja

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa

Hipotesis Pertama yaitu End Plate dapat digunakan sebagai substitusi End Cap dalam pengetesan Pre Commissioning – Hydrotest. Ditinjau dari segi kekuatan, End Plate tersebut dinyatakan memiliki nilai kekuatan yang cukup untuk substitusi End Cap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hipotesis diatas sudah sesuai/diterima. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil proses hydrotest dengan pemakaian End Plate yang sudah selesai dilaksanakan, dimana Test pack Test pressure = 310 Bar, aktual pressure yang dicapai pada periode awal holding time mencapai 318 Bar dan pada periode akhir holding time bertahan di 313.5 Bar. Adanya perbedaan pressure pada awal dan akhir period Holding time = 5 Bar diakibatkan oleh perbedaan suhu 3.8 Degree Celcius dengan perbandingan penurunan 1 Degree Celcius = 0.76 Bar, sesuai dengan grafik yang di paparkan sebelumnya di bab pembahasan sebelumnya.

Hipotesis Kedua yaitu End Plate dapat digunakan sebagai substitusi End Cap dalam pengetesan Pre Commissioning – Hydrotest. Ditinjau dari segi kemudahan dalam mendapatkan material, Pemakaian End Plate tersebut dinyatakan memiliki nilai kemudahan lebih besar daripada pemakaian End Cap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hipotesis diatas sudah sesuai/diterima. Hal ini dapat dibuktikan dengan alur pengadaan material End Plate yang dipotong dari material plate yang memiliki stok di perusahaan yang dinilai lebih mudah daripada pengorderan material End Cap dari supplier yang memiliki masa pengiriman yang lama.

Hipotesis Ketiga yaitu End Plate dapat digunakan sebagai substitusi End Cap dalam pengetesan Pre Commissioning – Hydrotest. Ditinjau dari segi kemudahan proses instalasi (*fit up*) dan pengelasan (*welding*), Pemakaian End Plate tersebut dinyatakan memiliki nilai kemudahan lebih besar daripada pemakaian End Cap. Hasil penelitian 1) Proses instalasi / Fit Up. Menunjukkan bahwa hipotesis diatas sudah sesuai/diterima. Hal ini dapat dibuktikan dengan penggunaan jam kerja yang lebih sedikit pada pemakaian End Plate dibandingkan dengan pemakaian End Cap. 2) Proses pengelasan/Welding.

Menunjukkan bahwa hipotesis diatas tidak sesuai/tidak diterima. Hal ini dapat dibuktikan dengan penggunaan jam kerja yang lebih banyak pada pemakaian End Plate dibandingkan dengan pemakaian End Cap.

DAFTAR REFERENSI

ASME B31.8, *Gas Transmission and Distribution Piping Systems*

API Spec 5L, *Specification for Line Pipe*

API RP 1111, *Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines*

DNV RP F109, *On-Bottom Stability Design of Submarine Pipelines*

Chamsudi, Ahmad. 2005. Diktat – *Piping Stress Analysis*

ASME.”ASME B31.3 Process Piping Standart”. New York: *American Society of Mechanical Engineers*. 2016

Abdul Aziz dan Muchamad Oktaviandri. “Pengaruh Udara Yang Terkurung Di Chart Recorder Pada Proses Hydrotesting Test PT. Mulia Jaya Mandiri”, *Jurnal Teknik Mesin*: Vol. 09, No. 1, Februari 2020

CPDS 04-09-04 Rev 0. “Specification for Structural Steel Fabrication”.

SLAC, “Pressure Systems, Pressure Test Procedures. Hydrostatic Test”. SLAC National Accelerator Laboratory Environment, Safety & Health Division, Product ID: 613,| Revision ID: 2375, Date published: 26 October 2021, Date effective: 26 October 2021

Terasen Pipelines. “Main Line Hydrostatic Test Procedure, MP4121, Revision 2”. July 1999, Terasen Pipelines (Trans Mountain) Inc. Engineering Standars And Practice

Waspodo. “Analisa *Head Loss* Sistem Jaringan pipa pada sambungan pipa kombinasi diameter berbeda”. *Universitas Muhammadiyah Pontianak*. 2017