

## PROSES EXPAND TUBE HEAT EXCHANGER ETHYLENE SUPER HEATER H072 DI PT. INTAN PRIMA KALORINDO

**Eko Aprianto Nugroho<sup>a</sup>, Abdul Rahman Agung Ramadhan<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Fakultas Teknologi Industri/Teknik Mesin, ekoaprianto@staff.gunadarma.ac.id, Universitas Gunadarma

<sup>b</sup>Fakultas Teknologi Industri/Teknik Mesin, abdulrahman02@staff.gunadarma.ac.id, Universitas Gunadarma

### ABSTRACT

Expand Tube is a deformation process that is carried out in a cold state, to obtain a density between the tube and the tube hole in the tube sheet. This process aims to obtain a tight/tight connection so as to prevent leaks and not be separated from the seat, while minimizing stress corrosion and cracks axially in the transition zone behind the tube sheet. heater H072: 1. Carry out the stages of expanding tube heat exchanger ethylene super heater H072. 2. Obtain data on the tube when the process of expanding the tube heat exchanger ethylene super heater H072 is carried out. 3. Know the acceptance criteria for the process of expanding tube heat exchanger ethylene super heater H072. Writing conducted research with several methods including: 1. Observation method at PT. Diamond Prima Kalorindo. 2. Interview Method. 3. Literature Study Method. PT Intan Prima Kalorindo imports materials from Korea, but these materials are controlled by PT Intan Prima Kalorindo so that these materials are in accordance with consumer demand, during the expansion process it requires 2 materials, namely Aluminum Silicon 304 Stainless Steel. The Expand process is a deformation process that is carried out in a cold state, to obtain a density between the tube and the tube hole in the tube sheet. Where the tube has reached 'plastic' while the tube sheet is still in the 'elastic' stage. This process aims to obtain a tight/tight connection so as to prevent leakage and not detach from the seat, while minimizing stress corrosion and axial cracking in the transition zone behind the tube sheet. All expand calculations refer to TEMA 10th standards (Tubular Exchanger Manufactures Associations, Inc) and API 660 (American Petroleum Institute). Starting from calculating the reduced minimum percentage (1%), the maximal reduced percentage (3%) and the reduced expand value and the following is the expand value. Based on the research results from the expand process that has been carried out, it can be concluded as follows: 1. The stages in the process expand include: tube to tubesheet installation, tube to shell installation, tube and tubesheet welding, expand process (expand controller parameter settings, expand process steps), expand target value, quality control. 2. The data obtained from each hole on the tube has a minimum diameter of 15.74mm and a maximum diameter of 15.81mm on the inside diameter of the tube after being expanded. 3. Acceptance criteria for the expanding process are that the expansion of the tube is still between 1% -3%.

**Keywords:** Heat Exchanger, Shell and Tube, Expand Tube.

### ABSTRAK

Expand Tube adalah suatu proses deformasi yang dikerjakan dalam keadaan dingin, untuk mendapatkan kerapatan antara tube dengan lubang tube pada tubesheet. Proses ini bertujuan untuk memperoleh sebuah sambungan yang kenceng/rapat sehingga mencegah kebocoran dan tidak lepas dari kedudukan, sambil meminimalkan stress corrosion serta retak (crack) secara axial pada zona transisi dibelakang tube sheet. Adapun tujuan penulisan pada tahap proses expand tube heat exchanger ethylene super heater H072 : 1. Melaksanakan tahapan-tahapan expand tube heat exchanger ethylene super heater H072. 2. Memperoleh data pada tube ketika dilakukan proses expand tube heat exchanger ethylene super heater H072.

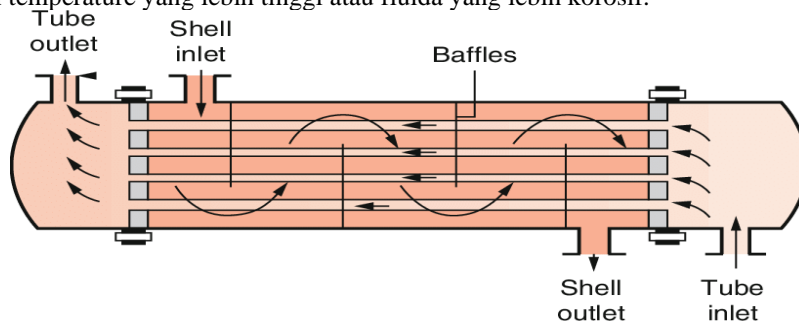
3. Mengetahui acceptance criteria (kriteria penerimaan) proses expand tube heat exchanger ethylene super heater H072. Penulisan melakukan penelitian dengan beberapa metode antara lain : 1. Metode Observasi di PT. Intan Prima Kalorindo. 2. Metode Wawancara. 3. Metode Studi Pustaka. PT Intan Prima Kalorindo mendatangkan material dari Korea, tetapi material tersebut dikontrol oleh pihak PT Intan Prima Kalorindo agar material tersebut sesuai dengan permintaan konsumen, pada proses expand memerlukan 2 material yaitu, Alumunium Silicon 304 Stainless Stell. Proses Expand adalah suatu proses deformasi yang dikerjakan dalam keadaan dingin, untuk mendapatkan kerapatan antara tube dengan lubang tube pada tubesheet. Dimana tube telah mencapai 'plastis' sedangkan tube sheet masih dalam tahap 'elastis'. Proses ini bertujuan untuk memperoleh

sebuah sambungan yang kencang/rapat sehingga mencegah kebocoran dan tidak lepas dari kedudukan, sambil meminimalkan stress corrosion serta retak (crack) secara axial pada zona transisi dibelakang tube sheet. Seluruh perhitungan expand merujuk dari standar TEMA 10th (Tubular Exchanger Manufacturers Associations, Inc) dan API 660 (American Petroleum Institute). Mulai dari menghitung percentage minimal reduced (1%), percentage maximal reduced (3%) dan nilai reduction expand dan berikut ini nilai expand. Berdasarkan hasil penelitian dari proses expand yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut : 1. Adapun tahapan pada proses expand antara lain : pemasangan tube ke tubesheet, pemasangan tube ke shell, pengelasan tube dan tubesheet, proses expand (setting parameter expand controller, langkah-langkah proses expand), nilai target expand, quality control. 2. Data yang di dapat dari tiap-tiap hole pada tube berdiameter minimal 15,74mm dan diameter maksimal 15,81mm pada diameter dalam tube sesudah di expand. 3. Acceptance criteria dari proses expand adalah permuainan pada tube masih diantara range 1%-3%.

**Kata Kunci:** Heat Exchanger, Shell and Tube, Expand Tube.

**2.1. Shell And Tube Heat Exchanger**

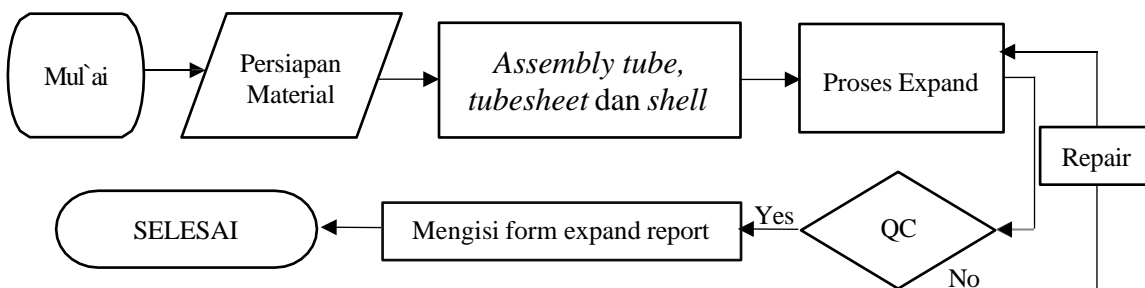
Shell and tube heat exchanger dibuat dengan beberapa tube dalam bentuk parallel atau seri dimana satu fluida mengalir dan tertutup dalam shell sedangkan fluida yang dialirkan (Kern,1950). Pipa-pipa tube didesain berada didalam sebuah ruang berbentuk silinder yang disebut dengan shell. Pinggiran shell dipasang baffle untuk menaikan kecepatan dan efisiensi aliran lebih besar pada bagian luar tube. Bagian tube lebih baik untuk fluida yang tekanan dan temperature yang lebih tinggi atau fluida yang lebih korosif.



Gambar 1. Shell and Tube Heat Exchanger.

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Adapun beberapa proses expand tube heat exchanger ethylene super heater H072 seperti diagram alir pada gambar dibawah :



Gambar 2. Diagram Alir

**3.1. Persiapan Material**

PT Intan Prima Kalorindo mendatangkan material dari Korea, tetapi material tersebut dikontrol oleh pihak PT Intan Prima Kalorindo agar material tersebut sesuai dengan permintaan konsumen, pada proses expand memerlukan 2 material yaitu, Alumunium Silicon 304 Stainless Stell.

**3.1.1. SA 240 Alumunium Silicon 304 Stainless Stell (Tubesheet)**

SA 240 Alumunium Silicon 304 digunakan pada part tubesheet dalam proses expand tube heat exchanger, SA 240 Alumunium Silicon 304 berbentuk plat allumunium yang tidak dapat dikeraskan dengan perlakuan panas. SA 240 Alumunium Silicon 304 pembuatannya dengan cara roll forming, deep

drawing, dan bending. Karena tingkat pengerasan kerja yang tinggi dari bahan-bahan ini, proses annealing menengah mungkin diperlukan untuk membentuk material ini.

Tabel 1. Mechanical properties material SA 240 Alumunium Silicon 304 (Tubesheet)

NO	ITEM	KOMPOSISI
1	Karbon	0,07Max
2	Mangan	2.00Max
3	Belerang	0,030 Maks
4	Fosfor	0,045 Maks
5	Silikon	0,75 Maks
6	Chromium	17,5 hingga 19,5
7	Nikel	8.0 hingga 10.5
8	Nitrogen	0,10 Maks

**3.1.2. SA 213 Alumunium Silicon 304 Stainless Stel (Tube)**

Pipa baja Tipe AISi 304 SA213 SS memiliki diameter 19,04 mm, diproduksi melalui proses ekstrusi. Tidak adanya jahitan atau las di dalam SA213 AISi 304 SS. Pipa baja Tipe SA213 AISi 304 SS memiliki kekuatan yang sangat baik dan kapasitas mampu menahan beban yang sangat baik dan dalam kondisi temperatur yang tinggi.

Tabel 2. Mechanical properties material SA 213 Alumunium Silicon 304SS (Tube)

NO	ITEM	KOMPOSISI
1	Karbon	Max:0.08%
2	Mangan	Max: 2.00%
3	Belerang	Max: 0.030%
4	Fosfor	Max: 0.045%
5	Silikon	Max: 1.00%
6	Chromium	18.00% - 20.00%
7	Nikel	8.00% - 11.00%

### 3.2. Assembly Tube, Tubesheet dan Shell

Assembly adalah suatu proses penyambungan atau penggabungan dua atau lebih komponen secara mekanik menjadi sebuah unit. Pada proses assembly tube, tubesheet dan shell terbagi menjadi beberapa tahap sebagai berikut :

#### 3.2.1. Pemasangan Tube ke Tubesheet

Pada proses pemasangan tube ke tubesheet, tube dipasang oleh operator dengan cara mendorong tube menuju lubang tubesheet. Pada gambar 3.4 merupakan proses pemasangan tube ke tubesheet.



Gambar 3. Proses pemasangan Tube ke Tubesheet

#### 3.2.2. Pemasangan Tube ke Shell

Pada proses pemasangan tube ke shell, tube dipasang oleh operator dengan cara mengangkat tube dengan menggunakan crane 5 ton lalu operator mengarahkan ke depan sisi shell kemudian didorong oleh operator untuk memasukan tube ke dalam shell. Pada gambar 3.5 merupakan proses pemasangan tube ke shell.

Gambar 4. Proses pemasangan tube ke shell

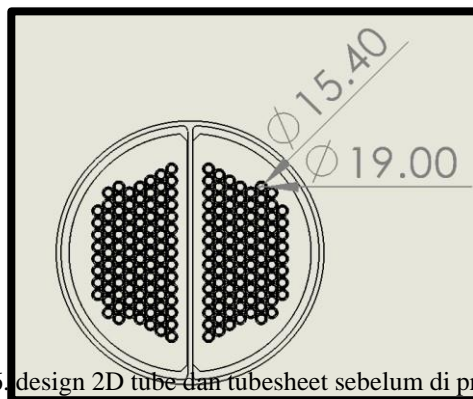
#### 3.2.3. Pengelasan Tube dan Tubesheet



Proses pengelasan tube dan tubesheet dilakukan menggunakan mesin las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) dan menggunakan bantuan elektroda AWS A5.10 dengan diameter 2,4 mm dan panjang 1 m serta menggunakan gas Helium dan Argon. Pengelasan dilakukan agar tidak terjadi pergeseran pada tube pada saat dilakukannya proses expand. Pada gambar 3.6 merupakan proses pengelasan tube dan tubesheet.



Gambar 5. Proses Pengelasan Tube dan Tubesheet  
Dan berikut ini adalah design 2D tube dan tubesheet sebelum di proses expand



Gambar 6. design 2D tube dan tubesheet sebelum di proses expand

Pada gambar 3.7 menunjukkan ukuran diameter dalam dan diameter luar tube sebelum dilakukannya proses expand yaitu sebesar 15,40 untuk diameter dalam dan 19.00 untuk diameter luar.

### 3.3. Proses Expand

Proses expand ini dibahas pada hasil dan pembahasan.

### 3.4. Quality Control

Quality control (QC) adalah proses pengecekan kualitas produk oleh perusahaan. QC akan menentukan serta menetapkan persyaratan dalam membuat atau mengembangkan produk tertentu agar memiliki kualitas yang baik serta memastikan bahwa kualitas produk sudah sesuai dengan standar yang digunakan. Berikut ini adalah peran QC dalam proses expand tube bundle di PT. Intan Prima Kalorindo.

1. Memeriksa lubang tubesheet dan tube harus diperiksa ukuran dan toleransi yang berlebihan sebelum pemasangan pada posisinya.
2. Selanjutnya sebelum memeriksa hasil expand QC mengkalibrasi alat ukur terlebih dahulu.



Gambar 7. Kalibrasi alat ukur

3. Memeriksa hasil expand menggunakan alat ukur tube hole gauge.



Gambar 8. Pemeriksaan hasil expand oleh QA/QC

4. Jika terjadi kegagalan dalam proses expand dapat dilakukan dengan 2 metode :
  - a. Re-expanding : Melakukan proses expand ulang dengan tekanan yang lebih rendah atau menggunakan alat yang berbeda.
  - b. Welding : Melakukan pengelasan pada bagian yang retak atau rusak.
5. Selanjutnya QC mengisi tabel data expand report.  
 Data expand report merupakan data dari semua tube yang telah di expand dan telah dilakukan pengecekan oleh QC terhadap ukuran dari setiap tube apakah sudah didapatkan data yang akurat dan juga ada drawing fixedtube sheet sebagai acuan untuk mengisi data expand report dan berikut ini gambar dan tabelnya.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Expand adalah suatu proses deformasi yang dikerjakan dalam keadaan dingin, untuk mendapatkan kerapatan antara tube dengan lubang tube pada tubesheet. Dimana tube telah mencapai ‘plastis’ sedangkan tube sheet masih dalam tahap ‘elastis’. Proses ini bertujuan untuk memperoleh sebuah sambungan yang kenceng/rapat sehingga mencegah kebocoran dan tidak lepas dari dudukan, sambil meminimalkan stress corrosion serta retak (crack) secara axial pada zona transisi dibelakang tube sheet.

Tabel 3. Ukuran diameter lubang tubesheet, diameter luar tube dan diameter dalam tube.

No.	ID Tube sheet (H)	OD Tube (OD)	ID Tube (ID)
A1	19.30	19.00	15.40
A2	19.30	19.00	15.40
A3	19.30	19.00	15.40
A4	19.30	19.00	15.40
A5	19.30	19.00	15.40
A6	19.30	19.00	15.40
A7	19.30	19.00	15.40
A8	19.30	19.00	15.40
B1	19.30	19.00	15.40
B2	19.30	19.00	15.40
B3	19.30	19.00	15.40
B4	19.30	19.00	15.40
B5	19.30	19.00	15.40
B6	19.30	19.00	15.40
B7	19.30	19.00	15.40
B8	19.30	19.00	15.40
B9	19.30	19.00	15.40
B10	19.30	19.00	15.40
B11	19.30	19.00	15.40
C1	19.30	19.00	15.40
C2	19.30	19.00	15.40
C3	19.30	19.00	15.40
C4	19.30	19.00	15.40
C5	19.30	19.00	15.40
C6	19.30	19.00	15.40
C7	19.30	19.00	15.40
C8	19.30	19.00	15.40
C9	19.30	19.00	15.40
C10	19.30	19.00	15.40
C11	19.30	19.00	15.40
C12	19.30	19.00	15.40
D1	19.30	19.00	15.40
D2	19.30	19.00	15.40
D3	19.30	19.00	15.40
D4	19.30	19.00	15.40
D5	19.30	19.00	15.40
D6	19.30	19.00	15.40
D7	19.30	19.00	15.40
D8	19.30	19.00	15.40
D9	19.30	19.00	15.40
D10	19.30	19.00	15.40
D11	19.30	19.00	15.40
E1	19.30	19.00	15.40
E2	19.30	19.00	15.40
E3	19.30	19.00	15.40
E4	19.30	19.00	15.40
E5	19.30	19.00	15.40
E6	19.30	19.00	15.40
E7	19.30	19.00	15.40
E8	19.30	19.00	15.40
E9	19.30	19.00	15.40
E10	19.30	19.00	15.40



Pada tabel 3, yaitu ukuran diameter lubang tubesheet diameter luar tube dan diameter dalam tube sebelum dilakukannya proses expand.

**4.1. Setting Parameter Expand Controller**

Dibawah ini tabel untuk menentukan setting parameter expand controller sebagai berikut :

Tabel 4. Motor and parameter selector for TES mini 2

Motor	Gear	Speed [RPM]	Torque Range [Nm]		Set Value Range		Est. SV	Soft-start [s]	Suppresion [s]	Fit
			min	max	min	max				
HT-0	-	2300	0.7	3.2	70	300	276	0.4	0.5	INTERMITTEN DUTY
DU-0	2	1550	1.6	5.2	120	400	225	0.5	0.6	OK
DU-0	1	450	5.7	18.1	120	400	59	0.5	0.6	N/A
ES-2	2	1200	2.7	11.9	130	600	153	0.6	0.7	OK
ES-2	1	700	4.4	20.2	130	600	89	0.6	0.7	N/A
ES-0	-	650	3.8	17.4	130	600	100	0.6	0.7	N/A
DU-1	4	650	4.8	18.3	250	900	165	0.9	1	N/A
DU-1	3	380	8.2	31.3	250	900	105	0.9	1.1	N/A
DU-1	2	210	14.8	56.6	250	900	67	0.9	1.1	N/A

Dari motor and parameter selector for TES mini 2 disini didapatkan motor yang cocok untuk di gunakan pada proses expand ini, dari tabel 3.2 didapat rolling motor yang bisa digunakan pada proses expand tube bundle ethylene super heater H072 dan ini ada hanya ada dua rolling motor yang bisa digunakan, dan proses kali ini digunakan adalah rolling motor tipe ES-2,Gear 2 dengan RPM 1200.

**4.2. Langkah-langkah Proses Expand**

1. Siapkan alat dan bahan
2. Lakukan pembersihan pada semua ujung tube dan dalam tube dengan pipa dan majun.
3. Kemudian hubungkan sumber listrik ke mesin expand lalu setting test mini dengan torsi 190Nm dan jeda 0,2 detik dan pastikan alat dalam keadaan baik dan bisa digunakan.
4. Atur expander dengan jarak tube yang akan di expand dengan jarak 30mm.
5. Setelah itu masukan expander diberi pelumas berupa oli dan tube diberi grase untuk mencegah goresan dan kerusakan pada expander dan juga tube.
6. Setelah itu masukan expander ke tube yang akan di expand kemudian hubungkan dengan ujung rolling motors.
7. Kemudian tekan tombol rolling motors sampai mesin berbalik arah, setelah berbalik arah lepaskan tombol tersebut, kemudian ujung rolling motors yang terhubung ke expander. Berikut ini gambar 3.7 adalah proses expand menggunakan Rolling Motors (ES-2).



Gambar 9. Proses Expand

8. Setelah itu lakukan pada semua tube sampai semua mendapatkan ukuran yang telah ditentukan.
9. Lalu expander di bongkar kemudian dibersihkan dengan bensin.
10. Kemudian QC mengecek dengan tube hole gauge apakah ukuran telah sesuai, jika sudah dapat ukurannya di tandai, jika belum sesuai ukuran maka dilakukan expand ulang pada tube yang ukurannya kurang dan di ukur kembali.
11. Lakukan langkah-langkah tersebut ke semua tube.

## 5. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil penelitian dari proses expand yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Adapun tahapan pada proses expand antara lain : pemasangan tube ke tubesheet, pemasangan tube ke shell, pengelasan tube dan tubesheet, proses expand (setting parameter expand controller, langkah-langkah proses expand), nilai target expand, quality control.
2. Data yang di dapat dari tiap-tiap hole pada tube berdiameter minimal 15,74mm dan diameter maksimal 15,81mm pada diameter dalam tube sesudah di expand.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Company profile PT. Intan Prima Kalorindo.
- [2] Syaichurrozi, I., et al. 2014. Study of plate and frame heat exchanger performance : “the effects of mass flow rate, inlet temperature and type of flow againsts the overall heat transfer coefficient”. Eksergi, vol XI, No. 02. 2014.
- [3] Hausen. 1983. “Calculation of high temperature regeneratif heat exchanger”. Marchwood, southamp : England.
- [4] Linsley, Ray k. 1972. “Teknik sumber daya air” jilid 1, Erlangga, Jakarta
- [5] Kern, Donald Q. 1950. “Process heat transfer”. The McGraw-Hill companies, inc, Tokyo. [https://sv.20file.org/up1/423\\_0.pdf](https://sv.20file.org/up1/423_0.pdf).
- [6] ZA, Tendra. Et al., 2011. “PENGHANTAR OPERASI STAGE SEIMBANG”. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada. <https://lib.ugm.ac.id/>
- [7] Holman, J.P., 1988, “Perpindahan kalor alih bahasa Jasjfi E., edisi ke-6, Erlangga, Jakarta.
- [8] Setiawan, I. 2011. “Mempertahankan kinerja alat penukar kalor dengan memodifikasi sistem kerja feeded pump. Teknik Mesin. Universitas Indonesia. <https://lib.ui.ac.id/>
- [9] Rizal, Muhammad, R.Fairuz zamani, dan Novi sukma drastiawati. “Penggolongan Equipment critically rating dan proses expand pada Exchanger E-5503 di pabrik III PT. Petrokimia Gresik”. Otopro 14.1 (2019).
- [10] Hand Book TEMA 10th (Tubular Exchanger Manufactures Assosiations, Inc).
- [11] Hand Book API 660 (American Petroleum Institute)