



SUBHOLDING
REFINING & PETROCHEMICAL






Doc. No. :
RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021

Page No. : 1 / 43

GENERAL SPECIFICATION

SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER

ENGINEERING TECHNICAL STANDARDS & PROCEDURES PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL DIREKTORAT PROYEK INFRASTRUKTUR

Rev.	Description	Date	Prepared by	Checked by	Verified by	Validated by	Approved by
01	Issued for Record	12/21	 DPA/HA	 EP	 ASR	 JS	 BAP
00	Issued for Record	11/18	YLT/ALV/HMN	AD	GNR	PH	IMS

PT Kilang Pertamina Internasional (PT KPI) Confidential

© 2021 PT KPI. Contains information confidential and/or proprietary to PT KPI and its affiliated companies that is not to be used, disclosed, or reproduced in any form by any non- PT KPI party without PT KPI's prior written permission. All rights reserved.



 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 3 / 43

TABLE OF CONTENTS DAFTAR ISI

1.	INTRODUCTION	6
	<i>PENGANTAR</i>	
2.	SCOPE	6
	<i>LINGKUP</i>	
3.	CONFLICTS AND DEVIATIONS	6
	<i>KONFLIK DAN DEVIASI</i>	
4.	ABBREVIATIONS	7
	<i>SINGKATAN</i>	
5.	DEFINITIONS	8
	<i>DEFINISI</i>	
6.	REFERENCES	8
	<i>REFERENSI</i>	
7.	INDONESIAN GOVERNMENT AGENCY REQUIREMENTS	10
	<i>PERSYARATAN BADAN PEMERINTAH INDONESIA</i>	
8.	EQUIPMENT QUALIFICATIONS	11
	<i>KUALIFIKASI PERALATAN</i>	
9.	BASIC DESIGN/ TECHNICAL REQUIREMENTS	12
	<i>DESAIN DASAR/ PERSYARATAN TEKNIS</i>	
9.1	Basis Design	12
	<i>Desain Dasar</i>	
9.2	Fouling Resistance's and Fluid Velocities	13
	<i>Fouling Resistance dan Kecepatan Fluida</i>	
9.3	Design Pressure and Temperature	14
	<i>Desain Tekanan dan Temperatur</i>	
9.4	Corrosion Allowance	14
	<i>Corrosion Allowance</i>	
9.5	Tube and Tube Bundles	15
	<i>Tube dan Tube Bundle</i>	

Dokumen sesuai dengan aslinya, dicetak pada tanggal 11/06/2026 17:18:18 oleh

9.6	Shell, Floating Head, Bonnets and Channels.....	19
	<i>Shell, Floating Head, Bonnet dan Channel</i>	
9.7	Shell Covers and Channel Covers	20
	<i>Shell Cover dan Channel Cover</i>	
9.8	Pass Partition Plates	21
	<i>Pass Partition Plates</i>	
9.9	Expansion Joints	21
	<i>Expansion Joint</i>	
9.10	Design Loading and Condition.....	22
	<i>Beban dan Kondisi Desain</i>	
9.11	Additional Requirements for Specific Types of Heat Exchangers	24
	<i>Persyaratan Tambahan untuk Heat Exchanger Khusus</i>	
9.12	Nozzles, Bolts, Gaskets and Other Connections.....	28
	<i>Nozzle, Baut, Gasket, dan Sambungan lain</i>	
9.13	Support.....	30
	<i>Support</i>	
9.14	Insulation Support Direction	31
	<i>Insulation Support Direction</i>	
9.15	Name Plates	31
	<i>Name Plates</i>	
9.16	Structure and Miscellaneous Attachments	32
	<i>Struktur dan Kelengkapan Tambahan</i>	
10.	MATERIAL	32
	<i>MATERIAL</i>	
10.1	Ferrous	32
	<i>Ferrous</i>	
10.2	Non-Ferrous	32
	<i>Non-Ferrous</i>	
10.3	Nozzle	32
	<i>Nozzle</i>	
10.4	Tubes	35
	<i>Tube</i>	
10.5	Tube sheets	35
	<i>Tube sheets</i>	

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 5 / 43

10.6 Supports and Miscellaneous Internal and External Attachments	36
<i>Tumpuan serta Kelengkapan Internal dan Eksternal Lainnya</i>	
10.7 Post Weld Heat Treatment (PWHT)	36
<i>Post Weld Heat Treatment (PWHT)</i>	
10.8 Material Impact Test Requirements	36
<i>Persyaratan Material Uji Impact</i>	
11. SPECIFIC SERVICE.....	36
<i>OPERASI KHUSUS</i>	
11.1 Hydrofluoric (HF) Acid Service.....	36
<i>Operasi Asam Hydrofluoric</i>	
11.2 Seawater or Brackish Water Service (Tubeside)	40
<i>Operasi Menggunakan Air Laut atau Air Payau (Sisi Tube)</i>	
11.3 Hydrogen Service	41
<i>Operasi Hidrogen</i>	
11.4 Wet Hydrogen Sulfide Service.....	42
<i>Operasi Hidrogen Sulfida Basah</i>	

Dokumen sesuai dengan aslinya, dicetak pada tanggal 11/06/2026 17:18:18 oleh

1. INTRODUCTION

- 1.1 This project specification covers the minimum requirements for design, fabrication, assembly, supply, inspection, testing, delivery, installation, commissioning and documentation of Shell & Tube Heat Exchanger and shall constitute a part of Request for Quotation or Purchase Order.
- 1.2 This project specification along with other referenced documents, drawings includes minimum design requirements for the package. The package shall be operationally complete, including all ancillary equipment required to meet the design and environmental conditions as stated in.

2. SCOPE

- 2.1 Where individual standards OWNER specification or standard and local codes and regulation are more stringent than these specifications they shall govern.
- 2.2 This specification covers the design of all shell and tube heat exchangers except special heat exchangers with titanium tubes and/ or rod baffles. It also covers the shell requirements for special exchangers for seawater service which have titanium tubes and/ or rod baffles.

3. CONFLICTS AND DEVIATIONS

- 3.1 Any conflicts between this standard and other applicable Engineering Technical Standards & Procedures (ETSP), or OWNER standard, codes, and forms shall be resolved in writing by OWNER.

1. PENGANTAR


- 1.1 Spesifikasi proyek ini mencakup persyaratan minimum untuk desain, fabrikasi, *assembly*, *supply*, inspeksi, pengujian, pengiriman, instalasi, commissioning dan dokumentasi *Shell & Tube Heat Exchanger* serta menjadi bagian dari *Request for Quotation* atau *Purchase Order*.
- 1.2 Spesifikasi proyek ini bersama dengan dokumen referensi lain, gambar termasuk persyaratan minimum desain dari *package*. *Package* harus lengkap dari sisi operasional, termasuk seluruh perlengkapan tambahan yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi desain dan lingkungan yang telah disebutkan.

2. LINGKUP

- 2.1 Apabila terdapat spesifikasi atau standar PEMILIK dan *code* atau regulasi lokal yang lebih ketat daripada spesifikasi ini, maka harus ditaati.
- 2.2 Spesifikasi ini mencakup desain untuk semua *shell and tube heat exchanger* kecuali *heat exchanger* khusus dengan *tube* dan/atau *rod baffle* yang terbuat dari titanium. Spesifikasi ini juga mencakup persyaratan untuk *shell* pada *heat exchanger* yang digunakan khusus untuk air laut dengan *tube* dan/atau *rod baffle* yang terbuat dari titanium.

3. KONFLIK DAN DEVIASI

- 3.1 Apabila terdapat konflik antara standar ini dengan *Engineering Technical Standards & Procedures* (ETSP) yang berlaku lainnya, atau standar PEMILIK, *codes* dan formulir, maka harus diselesaikan secara

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 7 / 43

3.2 All direct requests to deviate from this standard (ETSP) in writing to OWNER, who shall follow internal OWNER procedure and forward such requests to OWNER for approval.

tertulis oleh PEMILIK.

3.2 Semua permintaan penggunaan standar yang berbeda dari standar ini (ETSP), harus diajukan kepada PEMILIK secara tertulis dengan mengikuti prosedur internal PEMILIK untuk mendapatkan persetujuan.

4. ABBREVIATIONS


4. SINGKATAN

4.1 Abbreviations used for this document shall have the following definitions:

4.1 Singkatan yang digunakan pada dokumen ini harus memiliki definisi sebagai berikut:

ANSI	American National Standards Institute
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
EJMA	Expansion Joint Manufacturers Association
EPC	Engineering Procurement & Contractor
ISBL	Inside Battery Limits
OSBL	Outside Battery Limits
MAWP	Maximum Allowable Working Pressure
MDMT	Minimum Design Metal Temperature
NACE	National Association of Corrosion Engineers
NPS	Nominal Pipe Size
PO	Purchase Order
PWHT	Post Weld Heat Treatment
RDMP	Refinery Development Master Plan
RP	Recommended Practice
RU	Refinery Unit

ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
EJMA	<i>Expansion Joint Manufacturers Association</i>
EPC	<i>Engineering Procurement & Contractor</i>
ISBL	<i>Inside Battery Limits</i>
OSBL	<i>Outside Battery Limits</i>
MAWP	<i>Maximum Allowable Working Pressure</i>
MDMT	<i>Minimum Design Metal Temperature</i>
NACE	<i>National Association of Corrosion Engineers</i>
NPS	<i>Nominal Pipe Size</i>
PO	<i>Purchase Order</i>
PWHT	<i>Post Weld Heat Treatment</i>
RDMP	<i>Refinery Development Master Plan</i>
RP	<i>Recommended Practice</i>
RU	<i>Refinery Unit</i>

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 8 / 43

TEMA Tubular Exchanger
Manufacturers Association

TEMA *Tubular Exchanger
Manufacturers Association*

5. DEFINITIONS

5.1 The following words shall have these special meanings when used herein:

OWNER Owner of the Plant is defined as PT Kilang Pertamina Internasional.

**CONTRACTOR/
CONSULTANT** Defined as The Organization to which PT Kilang Pertamina Internasional assign the work.

shall Indicates that the statement is mandatory.

should Indicates a recommendation.

6. REFERENCES

The following Codes, Standard and Specifications apply to this specification. When an edition date is not indicated for a code or standard or any update in codes and standards in this specification document, the latest edition and addendum in force at the time of purchase shall apply. Material & equipment shall be as a specification or an equal approved by OWNER.

5. DEFINISI

5.1 Kata-kata berikut akan memiliki makna khusus jika digunakan pada dokumen ini:

PEMILIK PEMILIK Kilang didefinisikan sebagai PT Kilang Pertamina Internasional.

**KONTRAKTOR/
KONSULTAN** Didefinisikan sebagai Organisasi yang ditunjuk oleh di PT Kilang Pertamina Internasional untuk melakukan suatu pekerjaan.

shall Menunjukkan bahwa pernyataan itu wajib.

should Menunjukkan rekomendasi.

6. REFERENSI

Code, standar, dan spesifikasi berikut berlaku untuk spesifikasi ini. Code dan standar harus menggunakan edisi yang terbaru atau edisi yang berlaku pada saat pembelian. Material & peralatan harus sesuai spesifikasi atau setara dengan yang disetujui oleh PEMILIK.



Engineering Technical
Standards & Procedures

**SUBHOLDING
REFINING & PETROCHEMICAL**

**GENERAL SPECIFICATION
SHELL & TUBE HEAT
EXCHANGER**

Doc. No. :
RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021

Page No. : 9 / 43

6.1 Code and Standards

American Society of Mechanical Engineers (ASME)

ASME Section II Material Specifications
Part A, B, C, D
2015 Edition

ASME Section Non-destructive
Sect V, 2015 Examination
Edition

ASME Section Rules for Construction
VIII Div. 1, 2015 of Pressure Vessel
Edition

ASME Section Alternatives Rules for
VIII Div. 2, 2015 Construction of
Edition Pressure Vessel.

ASME Section IX, Welding, Brazing &
2015 Edition Fusing Qualifications

ASME B 31.3, Process Piping
2016 Edition

ASME B16.47 Large Diameter
Series B, 2011 Carbon Steel Flanges
Edition

ASME B 16.5, Pipe Flanges and
2013 Edition Flanged Fittings

ASME B 16.11, Forged Fittings Socket
2011 Edition Welding and Threaded

ASME B 16.20, Metallic Gaskets for
2012 Edition Pipe Flanges: Ring-
Joint, Spiral-Wound,
and Jacketed

ASME B 16.21, Nonmetallic Flat
2011 Edition Gaskets for Pipe
Flanges

ASME B 18.2.1, Square, Hex, Heavy
2012 Edition Hex, and Askew Head
Bolts and Hex, Heavy
Hex, Hex Flange,

6.1 Code dan Standar

American Society of Mechanical Engineers (ASME)

ASME Section II *Material Specifications*
Part A, B, C, D
2015 Edition

ASME Section *Non-destructive*
Sect V, 2015 *Examination*
Edition

ASME Section *Rules for Construction*
VIII Div. 1, 2015 *of Pressure Vessel*
Edition

ASME Section *Alternatives Rules for*
VIII Div. 2, 2015 *Construction of*
Edition *Pressure Vessel.*

ASME Section IX, *Welding, Brazing &*
2015 Edition *Fusing Qualifications*

ASME B 31.3, *Process Piping*
2016 Edition

ASME B16.47 *Large Diameter*
Series B, 2011 *Carbon Steel Flanges*
Edition

ASME B 16.5, *Pipe Flanges and*
2013 Edition *Flanged Fittings*


ASME B 16.11, *Forged Fittings Socket*
2011 Edition *Welding and*
Threaded

ASME B 16.20, *Metallic Gaskets for*
2012 Edition *Pipe Flanges: Ring-
Joint, Spiral-Wound,
and Jacketed*

ASME B 16.21, *Nonmetallic Flat*
2011 Edition *Gaskets for Pipe*
Flanges

ASME B 18.2.1, *Square, Hex, Heavy*
2012 Edition *Hex, and Askew Head*
Bolts and Hex, Heavy
Hex, Hex Flange,

Dokumen sesuai dengan aslinya, dicetak pada tanggal 11/06/2026 17:18:18 oleh

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 10 / 43

Dokumen sesuai dengan aslinya, dicetak pada tanggal 11/06/2026 17:18:18 oleh


<p>Lobed Head, and Lag Screws (Inch Series)</p> <p>ASME B 18.2.2, 2015 Edition Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts, Hex, Square, Hex Flange, and Coupling Nuts (Inch Series)</p> <p>ASME B1.20.1, 2013 Edition Pipe Threads, General Purpose</p> <p>American National Standard Institute (ANSI)</p> <p>ANSI ASC A14.3 2008 Ladders – Fixed – Safety Requirements</p> <p>American Petroleum Institute (API)</p> <p>API 660, 9th Edition 2015 Shell and Tube Heat Exchanger</p> <p>Tubular Exchanger Manufacturers Association (TEMA) 9th Edition 2007</p> <p>Standards of the Expansion Joint Manufacturers Association (EJMA)</p> <p>Minister mining and energy (KEPMENTAMBEN 1980) for Pressure Vessel</p> <p>Government regulation (PP No.11 Tahun 1979) for Pressure Vessel</p> <p>Regulation of The Minister of Energy and Mineral Resources (Permen ESDM No. 32 tahun 2021) concerning Technical Inspections and Equipment Inspections in Oil and Gas Business Activities</p>	<p><i>Lobed Head, and Lag Screws (Inch Series)</i></p> <p><i>ASME B 18.2.2, 2015 Edition Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts, Hex, Square, Hex Flange, and Coupling Nuts (Inch Series)</i></p> <p><i>ASME B1.20.1, 2013 Edition Pipe Threads, General Purpose</i></p> <p><i>American National Standard Institute (ANSI)</i></p> <p><i>ANSI ASC A14.3 2008 Ladders – Fixed – Safety Requirements</i></p> <p><i>American Petroleum Institute (API)</i></p> <p><i>API 660, 9th Edition 2015 Shell and Tube Heat Exchanger</i></p> <p><i>Tubular Exchanger Manufacturers Association (TEMA) 9th Edition 2007</i></p> <p><i>Standards of the Expansion Joint Manufacturers Association (EJMA)</i></p> <p><i>Kementerian Pertambangan dan Energi (KEPMENTAMBEN 1980) untuk Pressure Vessel</i></p> <p><i>Peraturan Pemerintah (PP No.11 Tahun 1979) untuk Pressure Vessel</i></p> <p><i>Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM No. 32 tahun 2021) tentang Inspeksi Teknis dan Pemeriksaan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi</i></p>
--	--

7. **INDONESIAN GOVERNMENT AGENCY REQUIREMENTS**

7.1 The Indonesian Government require all equipment to be certified prior to installation

7. **PERSYARATAN BADAN PEMERINTAH INDONESIA**

7.1 Pemerintah Indonesia mensyaratkan agar seluruh peralatan telah tersertifikasi

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 11 / 43

on any Indonesian location. Those items which are field fabricated in situ have a similar process for site certification process.

MIGAS, is an Indonesian Government agency under the Directorate of Oil and Gas. As required by the Indonesian Government Regulation, equipment used in the Oil and Gas Industries, except for boilers shall be certified with Individual Equipment Certification (ITP-Inspection Test Plan, ITR-Inspection Test Report, COI-Certificate of Inspection) and the Installation of some groups of Equipments in Oil and Gas Industrial Complex shall be certified with Installation Certification (PLO – Persetujuan Layak Operasi).

8. EQUIPMENT QUALIFICATION


- 8.1 Vendor is experienced in designed and built Shell and Tube Heat Exchanger.
- 8.2 Vendor shall have ISO 9001 Quality Management certification within scope design and fabrication Shell and Tube Heat Exchanger which still valid during the project.
- 8.3 Vendor is current ASME R, U and U2 Stamp Holder.
- 8.4 Vendor shall comply with applicable standard within this code as listed in item 6.
- 8.5 Vendor shall provide references of Shell and Tube Heat Exchanger similar to the recommended design proposed, for Shell and Tube Heat Exchanger fabricated in Indonesia, South East Asia and the rest of the world.

sebelum terpasang di wilayah Indonesia. Peralatan yang difabrikasi di lapangan memiliki proses sertifikasi yang sama dengan lainnya.

MIGAS, merupakan Badan Pemerintah Indonesia di bawah Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. Sesuai dengan persyaratan yang diatur dalam Peraturan Pemerintah, setiap peralatan yang digunakan dalam Industri Minyak dan Gas Bumi, kecuali *boiler* harus dilengkapi dengan *Individual Equipment Certification* (ITP-*Inspection Test Plan*, ITR-*Inspection Test Report*, COI-*Certificate of Inspection*) dan Instalasi kelompok peralatan di dalam Komplek Industri Minyak dan Gas Bumi harus dilengkapi dengan dengan *Installation Certification* (PLO-Persetujuan Layak Operasi).

8. KUALIFIKASI PERALATAN

- 8.1 *Vendor* berpengalaman dalam merancang dan membangun *Shell and Tube Heat Exchanger*.
- 8.2 *Vendor* memiliki sertifikat ISO 9001: *Quality Management* dalam lingkup desain dan fabrikasi *Shell and Tube Heat Exchanger* yang masih berlaku selama proyek berlangsung.
- 8.3 Saat ini *Vendor* memiliki ASME R, U, dan U2 Stamp Holder.
- 8.4 *Vendor* harus mematuhi code & standard yang tercantum pada point 6.
- 8.5 *Vendor* harus memberikan referensi penggunaan *Shell and Tube Heat Exchanger* yang sama dengan rekomendasi desain yang diajukan, untuk *Shell and Tube Heat Exchanger* difabrikasi di Indonesia, Asia Tenggara, dan wilayah lain.

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 12 / 43

8.6 Vendor shall provide sufficient evidence with their bids to demonstrate that the equipment meets these criteria, and highlight any aspect of the design that has not been previously implemented with a successful operating record. Any deviations shall require written approval from OWNER.

8.7 Vendor shall supply equipment design shall be reliable, in regular and current production. Equipment shall have a minimum of 4 years proven continuous operational service in a similar environment and operating conditions. Equipment and/or any sub-components of the equipment which are prototype shall not be accepted or deployed on the project. Prototype equipment shall not be proposed.

8.8 Vendor is experienced in processing MIGAS certification.

9. BASIC DESIGN/ TECHNICAL REQUIREMENTS

9.1 Basis Design

9.1.1. Mechanical design of exchangers covered by these specifications shall meet the requirements for TEMA Class "R" heat exchangers. All exchangers shall be designed to operate satisfactorily under the environmental conditions defined in the specification, Equipment Environmental Design Criteria.

9.1.2. In the event of conflict between those requirements and those of this specification, the most stringent requirements shall apply. However the Client shall always first be

8.6 *Vendor* harus memberikan bukti yang cukup dalam penawaran untuk menunjukkan bahwa peralatan telah memenuhi kriteria, dan menekankan aspek desain yang belum pernah diimplementasikan sebelumnya dengan catatan operasi yang sukses. Segala macam bentuk deviasi harus mendapatkan persetujuan tertulis dari PEMILIK.

8.7 *Vendor* harus memberikan desain peralatan yang andal, dalam produksi reguler dan saat ini. Peralatan harus dapat beroperasi secara kontinyu minimal selama 4 tahun dengan kondisi lingkungan dan operasi yang sama. Peralatan dan/ atau komponen peralatan yang merupakan prototipe tidak boleh diterima atau digunakan dalam proyek. Peralatan yang masih berupa prototipe tidak boleh diajukan dalam proposal.

8.8 *Vendor* berpengalaman dalam melakukan sertifikasi MIGAS.

9. DESAIN DASAR/ PERSYARATAN TEKNIS

9.1 Desain Dasar

9.1.1. Desain mekanis *exchanger* dalam spesifikasi ini harus memenuhi persyaratan TEMA kelas R. Seluruh *exchanger* harus dirancang agar dapat beroperasi dengan baik pada kondisi lingkungan yang disebutkan dalam spesifikasi ini (*Equipment Environmental Design Criteria*).

9.1.2. Apabila terdapat perbedaan antara persyaratan dan spesifikasi ini, akan digunakan dokumen dengan persyaratan yang paling ketat. PEMILIK harus memperoleh

notified concerning such conflict before proceeding with the work which may be affected.

pemberitahuan tentang perbedaan/konflik yang dapat mempengaruhi pekerjaan sebelum pekerjaan dilaksanakan.

9.2 Fouling Resistance's and Fluid Velocities

9.2.1. TEMA specified fouling resistance's shall be used for all services unless noted otherwise on OWNER's datasheets.

9.2.2. *Note: Fouling resistance's apply at the point where the fluid is located and should be adjusted by the proper "outside-inside" area ratio for the tube to determine total fouling in calculating the service heat transfer rate.*

9.2.3. Fluid velocities through tubes (tube side) and across tubes (shell side) shall be in accordance with the following table. These velocities are not applicable to the shell proper.

9.2 *Fouling Resistance* dan Kecepatan Fluida

9.2.1. *Fouling resistance* harus digunakan untuk semua kondisi yang mengacu pada ketentuan TEMA, kecuali disebutkan lain pada *datasheet* PEMILIK.


9.2.2. Catatan: *Fouling resistance* yang berlaku pada lokasi fluida harus disesuaikan dengan perbandingan area permukaan "*outside-inside*" yang tepat untuk tabung dalam menentukan total *fouling* yang terjadi akibat adanya proses perpindahan panas.

9.2.3. Kecepatan fluida yang melalui *tube* (pada sisi *tube*) dan melintasi *tube* (sisi *shell*) harus sesuai dengan tabel berikut. Kecepatan ini tidak berlaku untuk *shell*.

Material	Most Favorable Velocity M/sec (ft/sec)	Permissible Velocity Range M/sec (ft/sec)
Carbon Steel	1.219 (4.0)	0.762 to 1.828 (2.5 to 6.0)
90-10 Cupro-nickel	2.134 (7.0) to 2.438 (8.0)	1.829 to 3.668 (6.0 to 12.0)
70-30 Cupro-nickel	2.286 (7.5)	1.524 to 3.048 (5.0 to 10.0)
Monel	2.438 (8.0)	1.829 to 3.668 (6.0 to 12.0)
Austenitic Stainless Steel	3.048 (10.0)	2.438 to 4.572 (8.0 to 15.0)
Titanium	2.743 (9.0)	1.829 to 4.572 (6.0 to 15.0)

Note : Any deviation from these ranges must be approved in writing from the

Catatan: Tiap deviasi dari nilai tersebut harus mendapatkan persetujuan tertulis

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 14 / 43

OWNER before acceptance.

dari PEMILIK sebelum diterima.

9.3 Design Pressure and Temperature

- 9.3.1. The design pressure and temperature specified on the heat exchanger datasheet shall be the minimum design parameters for exchangers furnished under this specification and shall be the basis for the selection of materials and the determination of thickness for the exchanger.
- 9.3.2. Fabricators/ manufacturers shall make two design temperatures for each side, a maximum design temperature and a minimum design metal temperature (MDMT), as specified by the OWNER.
- 9.3.3. Code stamping, calculation of MAWP, limiting elements of MAWP, nozzle and reinforcement design, etc., shall be in accordance with specification, General Pressure Vessels Specification.

9.4 Corrosion Allowance

- 9.4.1. Corrosion allowance is specified on Data Sheet Heat Exchanger. If not specified on data sheet, corrosion allowance should be 3.0 mm minimum for carbon steel and low alloy steel. No corrosion allowance shall be considered for high alloy or non-ferrous materials. Corrosion allowance is specified in datasheet.
- 9.4.2. The thicknesses of baffles and pass partition plates shall be accordance with TEMA, shall include 3.0 mm corrosion allowance. Corrosion

9.3 Desain Tekanan dan Temperatur

- 9.3.1. Desain Tekanan dan temperatur yang tercantum pada *datasheet heat exchanger* merupakan parameter minimum yang harus dipenuhi dan menjadi pemilihan material dan penentuan ketebalan *exchanger*.
- 9.3.2. *Fabricator/ manufacturer* harus menentukan dua temperatur desain untuk tiap sisi, *maximum design temperature* dan *minimum design metal temperature* (MDMT) sebagaimana ditentukan oleh PEMILIK.
- 9.3.3. *Code stamping*, perhitungan MAWP, pembatasan elemen MAWP, *nozzle* dan *reinforcement design* serta lainnya harus sesuai dengan spesifikasi *General Pressure Vessels Specification*.

9.4 Corrosion Allowance

- 9.4.1. *Corrosion Allowance* disebutkan dalam *Data Sheet Heat Exchanger*. Apabila tidak disebutkan dalam *data sheet*, *Corrosion Allowance* minimum sebesar 3.0 mm untuk *carbon steel* dan *low alloy steel*. Untuk material *high alloy* atau *non-ferrous* tidak memiliki *corrosion allowance*. *Corrosion allowance* ditentukan dalam *datasheet*.
- 9.4.2. Ketebalan *baffle* dan *pass partition plates* harus sesuai dengan TEMA, dengan memperhitungkan *corrosion allowance* 3.0 mm.

allowance shall not be less than two times the tube side corrosion allowance refer to API 660.

- 9.4.3. The used thickness, in accordance with the specified code except for TEMA Standard, shall not include any material used for applied corrosion resistant lining or the cladding material on integrally clad plate.

9.5 Tube and Tube Bundles

- 9.5.1. Floating head type or U-tube type exchangers with removable tube bundles shall be used when the shell side fluid is corrosive routine cleaning due to fouling is anticipated or thermal conditions dictate.
- 9.5.2. Floating head type is required when both the shell and the tube sides are considered fouling services such that mechanical cleaning is required. 'T' type (pull through) is preferred due to easier maintenance.
- 9.5.3. 'U' tube bundles shall only be specified for use in clean tube-side services, or when tube-side can be chemically cleaned or when specified by the process licensor.
- 9.5.4. Preferred channel covers are TEMA type 'A' (removable flat cover). Type 'B' (integral bonnet) covers may be used when tube-side fluid is non-fouling, and frequent access to the tubesheet is not anticipated.

Sesuai dengan API 660 bahwa nilai *corrosion allowance* tidak boleh kurang dari dua kali nilai. *corrosion allowance* pada sisi *tube*.

- 9.4.3. Ketebalan yang mengacu pada *code* atau *standard* selain TEMA, tidak termasuk material yang digunakan untuk lapisan anti korosi atau *cladding* yang menyatu pada *integrally clad plate*.

9.5 Tube dan Tube Bundle

- 9.5.1. Tipe *Floating head* atau *U-tube* dengan *removable tube bundle* harus digunakan untuk digunakan ketika *shell side fluid* bersifat korosif, pembersihan rutin karena pengotoran diantisipasi atau *thermal conditions dictate*.
- 9.5.2. Tipe floating head dibutuhkan saat kedua sisi *shell* dan *tube* memerlukan pembersihan mekanis akibat *fouling*. Disarankan menggunakan jenis "T" (*pull through*) dikarenakan perawatannya lebih mudah.
- 9.5.3. *U-tube bundle* hanya digunakan apabila sisi *tube* beroperasi dengan fluida yang bersih, atau ketika *tube* dapat dibersihkan secara kimiawi, atau telah ditentukan oleh *process licensor*.
- 9.5.4. *Channel cover* yang disarankan adalah TEMA tipe A (*removable flat cover*). *Cover* tipe B (*integral bonnet*) dapat digunakan apabila fluida sisi *tube* berupa *non-fouling*, dan akses yang sering menuju *tubesheet* tidak diantisipasi.

9.5.5. The tube bundle size shall be based with due consideration for maintenance requirement.

9.5.6. Preferred Tubes diameter are 19.05 mm (3/4 inch) and 25.4 mm (1 inch) OD Minimum.

Note: Any deviation from the above must be approved in writing by the OWNER.

9.5.7. Each U-tubes shall be formed from a single length, and mean radius of U-tube bend shall not be less than 1.5 times the tube outside diameter.

9.5.8. U-tube bundles may not be used where the tube-side fluid is cooling water once through raw water or a fluid with fouling resistance greater than 0.000352 hr.ft² F/Btu (0.002m²K/W).

9.5.9. Tubes and tube sheets shall be provided to withstand the maximum internal or external pressure that may exist when one side of an exchanger is reduced to atmospheric pressure (or to design pressure if lower) and the other side remains at its design working pressure.

9.5.10. Tube sheets shall be rolled or forged plate.

9.5.11. Tube bundle longitudinal baffles shall be of one piece construction whenever practical of 6 mm (1/4 inch) minimum thickness and shall be fully welded in place.

9.5.12. Baffles and support plates shall be adequately notched to facilitate drainage where they are in contact with the shell bottom.

9.5.5. Ukuran *tube bundle* harus disesuaikan dengan kebutuhan perawatan.

9.5.6. Diameter luar *minimum tube* yang disarankan adalah 19.05 mm (3/4 inci) dan 25.4 mm (1 inci).

Catatan: Setiap perbedaan dengan nilai di atas harus mendapat persetujuan tertulis dari PEMILIK.

9.5.7. Tiap *U-tube* harus berupa satu kesatuan dengan radius rata-rata *u-tube bend* tidak boleh kurang dari 1.5 kali diameter luar pipa.

9.5.8. *U-tube bundle* tidak disarankan digunakan apabila fluida sisi *tube* memiliki *fouling resistance* di atas 0.000352 hr.ft² F/Btu (0.002 m²K/W).

9.5.9. *Tube* dan *tube sheet* harus dapat menahan tekanan internal atau eksternal maksimum yang mungkin terjadi apabila tekanan pada salah satu sisi *exchanger* berkurang hingga tekanan atmosfer (tekanan desain bila lebih rendah) dan sisi lain tetap berada pada tekanan operasional.

9.5.10. *Tube sheet* dapat berupa *rolled* atau *forged plate*.

9.5.11. *Tube bundle longitudinal baffles* harus berupa satu konstruksi utuh (*one piece*) dengan ketebalan minimum 6 mm (1/4 inci) dan harus dilas penuh pada tempatnya.

9.5.12. *Baffle* dan *support plate* harus dilubangi secara memadai untuk memfasilitasi drainase dimana *baffle* dan *support plate* bersentuhan dengan *shell bottom*.

9.5.13. The stationary tube sheet of exchangers with removable tube bundles having a nominal diameter exceeding 305 mm (12 inches) and/or a tube length exceeding 2440 mm (96 inch) shall have two tapped holes in its face for pulling eyes. These holes shall be protected in service by plugs.

9.5.14. The tube bundle of horizontal heat exchangers with removable bundles shall be supported properly at the floating end by a plate 10 mm (3/8 inch) minimum thickness. Plate location and design shall be such that the shell side fluid will be unrestricted in circulation at the face of the tube sheet.

9.5.15. The maximum tube length for fixed tube sheet exchangers shall be 6.096m (20 feet). The maximum tube length for removable bundles shall be 6.096m (20 feet). Designs for exchangers with removable bundles of diameters greater than 1750 mm and/ or weights of over 18000 kg, but for general service a maximum bundle diameter of 1220mm, shall be submitted to the OWNER for approval.

9.5.16. Square tube pitch shall be used for re-boilers with shell side vaporization or in high shell side fouling service. Cleaning lanes shall not be blocked by tie rods when a square pitch tube layout is used. Deviations are not allowed unless shown on the datasheet or approved by the OWNER in writing.

9.5.13. *Stationary tube sheet* pada *exchanger* dengan *removable tube bundle* yang memiliki diameter di atas 305 mm (12 inci) dan/ atau panjang *tube* di atas 2440 mm (96 inci) harus dilengkapi dengan 2 buah *tap hole*. Lubang tersebut harus diproteksi dengan *plug*.

9.5.14. *Tube bundle* dari *horizontal heat exchanger* dengan *removable bundle* harus ditopang dengan baik pada *floating end* dengan ketebalan minimum pelat 10 mm (3/8 inci). Lokasi dan desain pelat harus dirancang sedemikian rupa sehingga aliran fluida pada sisi *shell* di permukaan *tube sheet* tidak terhalangi sirkulasinya.

9.5.15. Panjang *maximum tube* untuk *fixed tube sheet exchanger* adalah 6.096 meter (20 feet). Panjang *tube* maksimum untuk *removable bundle* adalah 6.096 meter. Desain berlaku untuk *exchanger* dengan *removable bundle* dengan diameter lebih dari 1750 mm dan/ atau berat di atas 18000 kg, namun untuk *exchanger* dengan diameter *bundle* maksimum sebesar 1220 mm harus mendapat persetujuan dari PEMILIK.

9.5.16. *Square tube pitch* harus digunakan untuk reboiler dengan penguapan pada sisi *shell* atau sisi *shell* dengan tingkat *fouling* yang tinggi. Lajur pembersihan tidak boleh tertutup dengan *tie rod* apabila *exchanger* menggunakan square pitch. Deviasi tidak diperbolehkan kecuali ditunjukkan dalam *datasheet* atau mendapat

9.5.17. Tubes shall be installed on triangular pitch in heat exchangers other than those enumerated in previous point.

9.5.18. All tubes shall be rolled with automatic type tube expanders to ensure adequate consistent rolling and prevent over rolling and enlargement of the tube sheet diameter.

9.5.19. The expanded portion of a tube shall not extend beyond the shell side face of the tube sheet.

9.5.20. Welded joints in the horizontal length of tubes are not acceptable.

9.5.21. With reference to TEMA requirement RCB-4.61 impingement protection shall be provided when the value of ρv^2 exceeds 2232 kg/Ms^2 (1500 lb/ft-s^2) for non-corrosive non-abrasive single phase fluids where ρ equals fluid density kg/m^3 (1b/ft^3) and V equals velocity m/s (ft/s). The other provisions of RCB-4.61 shall still apply. When impingement plate (protection) is preferred, solid rods having a diameter equal to tube OD shall be used, followed by solid round plate baffle or annular distributor.

9.5.22. With reference to TEMA requirement RCB-4.62 shell or bundle entrance or exit areas shall be at least 1.5 times nozzle cross sectional area and shall not produce a value of ρv^2 in excess of

persetujuan tertulis dari PEMILIK.

9.5.17. *Tube* harus dipasang dalam *exchanger* dengan konfigurasi *triangular pitch*, selain yang telah disebutkan sebelumnya.

9.5.18. Seluruh *tube* harus diproses *roll* dengan *tube expander* otomatis untuk memastikan konsistensi proses *roll* dan menghindari kelebihan *roll* serta perbesaran diameter *tube sheet*.

9.5.19. Bagian ekspansi dari *tube* tidak boleh melebihi permukaan *tube sheet* pada sisi *shell*.

9.5.20. Tidak boleh ada sambungan las sepanjang *tube*.

9.5.21. Dengan mengacu pada persyaratan TEMA RCB-4.61, perlindungan terhadap *impingement* harus tersedia apabila nilai ρv^2 melebihi 2232 kg/ms^2 (1500 lb/ft-s^2) untuk fluida *single phase* yang *non-corrosive non-abrasive* di mana ρ adalah massa jenis cairan (kg/m^3) dan V adalah kecepatan (m/s). Persyaratan lain dalam RCB-5.61 harus tetap berlaku. Ketika pelat *impingement* (proteksi) lebih disukai, *solid rod* yang memiliki diameter yang sama dengan diameter *tube OD* harus digunakan, disertai dengan *solid round plate baffle* atau *annular distributor*.

9.5.22. Mengacu pada persyaratan TEMA RCB-4.62, area masuk dan keluar untuk *shell* dan *bundle* setidaknya sebesar 1.5 kali luas penampang *nozzle* dan tidak memiliki nilai ρv^2 lebih dari 5953 kg/ms^2 (4000 lb/ft-s^2).

5953 kg/ms² (4000 lb/ft-s²).

9.5.23. Fabricator shall be alert to the potential damaging by tube vibration which can occur under certain conditions of shell side flow relative to baffle configuration and unsupported tube span. The use of triangular (30°) and square (90°) tube pitch is preferred over rotated triangular (60°) and rotated square (45°) tube pitch where vibration may be a problem. Fabricator shall furnish copies of calculations of the various flow induced vibration parameters (natural frequency of the bundle vortex shedding frequency forcing frequency etc.) for those heat exchangers where vibration may be a problem.

9.6 Shell, Floating Head, Bonnets and Channels

9.6.1. TEMA shell types F, G, and H shall not be used for shells with inside diameters less than 737 mm (29 inches). Longitudinal seal type baffles may be used in fixed tube sheet exchangers provided the baffle is continuously welded in place. Deviations from these requirements require written approval of the OWNER unless the datasheet includes such deviations.

9.6.2. Minimum thickness of shells and channels shall be the greater of 6 mm (1/4 inch) or that required by TEMA Table RCB-3.13.

9.6.3. Bonnet type covers such as TEMA front end Type B and rear-end Type


9.5.23. Fabrikator harus mengetahui potensi kerusakan oleh vibrasi yang terjadi akibat pergerakan fluida dalam *shell* relatif terhadap *baffle* dan bentangan *tube* yang tidak tersangga. Penggunaan *tube pitch triangular* (30°) dan *square* (90°) lebih dianjurkan daripada *tube pitch rotated triangle* (60°) dan *rotated square* (45°) dimana getaran mungkin akan menjadi masalah. *Fabricator* harus melengkapi perhitungan dengan variasi parameter *flow induced vibration* (*natural frequency* dari *bundle vortex shedding frequency*, *forcing frequency*, dan lain-lain) untuk *heat exchangers* yang berpotensi menimbulkan masalah vibrasi.

9.6 Shell, Floating Head, Bonnet dan Channels

9.6.1. *Shell* dengan TEMA tipe F, G, dan H tidak boleh digunakan untuk *shell* dengan diameter kurang dari 737 mm (29 inci). *Baffle* dengan tipe *longitudinal seal* dapat digunakan pada *fixed tube sheet exchanger* dengan *baffle* yang di las secara berkelanjutan. Perbedaan dari persyaratan tersebut harus mendapatkan persetujuan tertulis dari PEMILIK kecuali telah disebutkan dalam *datasheet*.

9.6.2. Ketebalan *minimum* dari *shell* dan *channel* harus lebih besar dari 6 mm (1/4 inci) atau sebagaimana disebutkan dalam TEMA Tabel RCB-3.13.

9.6.3. *Cover* tipe *bonnet* seperti TEMA *front-end* tipe B dan *rear-end* tipe M

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 20 / 43

M shall not be used.

tidak boleh digunakan.

9.6.4. Packed floating head construction shall not be used.

9.6.4. Konstruksi *floating head* yang dikemas tidak boleh digunakan.

9.6.5. Channels shall be of the removable type for floating head exchangers.

9.6.5. *Channel* dari *floating head exchanger* harus dapat dibongkar-pasang.

9.6.6. Drawings specify the minimum shell covers thickness and additional material must be added to allow for thinning due to forming.

9.6.6. Gambar harus menyebutkan ketebalan *minimum shell cover* dan tambahan material yang diperlukan untuk memungkinkan penipisan akibat proses pembentukan (*forming*).

9.6.7. Channels shall be provided with lifting lugs of the plate type and of the same material as the equipment to which lug is attached.

9.6.7. *Channel* harus dilengkapi dengan *lugs* (kupingan) pengangkat berjenis pelat dan dari *material* yang sama dengan peralatan tempat kupingan tersebut dipasang.

9.7 Shell Covers and Channel Covers

9.7 Shell Cover dan Channel Cover

9.7.1. Shell and channel covers shall be fabricated of rolled plate.

9.7.1. *Shell* dan *channel cover* harus difabrikasi menggunakan pelat yang diproses *roll*.

9.7.2. Minimum thickness of shell and channel covers shall be the greater of 6 mm (1/4 inch) or that required by TEMA Table RCB-3.13.

9.7.2. Ketebalan *minimum shell* dan *channel cover* harus lebih besar dari 6 mm (1/4 inci) atau sebagaimana disebutkan pada Tabel TEMA RCB-3.13.

9.7.3. The minimum shell covers thickness and additional material must be added to allow for thinning due to forming.

9.7.3. Ketebalan *minimum shell cover* dan *material* tambahan harus dapat memungkinkan adanya penipisan akibat proses pembentukan (*forming*).

9.7.4. Shell covers shall be bolted to the shell except that they may be welded to shell shall of exchangers with U-tube bundles.

9.7.4. *Shell cover* harus dibaut dengan *shell* kecuali *shell cover* dapat dilas ke *shell* dari exchanger dengan *U-tube bundle*.

9.7.5. Channel covers shall be of the removable type.

9.7.5. *Channel cover* harus dapat dibongkar-pasang.

9.7.6. Shell and Channel covers shall be provided with lifting lugs of the plate

9.7.6. *Shell* dan *channel cover* harus dilengkapi dengan *lifting lug* yang

type and of the same material as the equipment to which the lug is attached.

terbuat dari *material* yang sejenis dengan posisi pemasangan *lug*.

9.8 Pass Partition Plates

9.8.1. Use of cast iron or cast brass channels and floating head shall be under approval by OWNER. If approved pass partitions shall be cast integrally.

9.8.2. Thickness of pass partition plates in exchangers with nominal diameters greater than 90 mm (36 inches) shall be sized in accordance with the following formula:

$$t = D/96 + CA$$

where :

t = minimum partition plate thickness mm (inches)

D = nominal exchanger diameter

CA = minimum corrosion allowance

9.8 Pass Partition Plates

9.8.1. Penggunaan besi tuang atau kuningan sebagai *channel* atau *floating head* harus mendapat persetujuan tertulis dari PEMILIK. Apabila disetujui, *pass partition* harus dibuat sebagai satu-kesatuan.

9.8.2. Ketebalan *pass partition plates* pada *exchanger* dengan diameter diatas 90 mm (36 inci) harus sesuai dengan formula berikut:

$$t = D/96 + CA$$

dimana

t = ketebalan minimum pelat partisi mm (inci)

D = diameter *nominal exchanger*

CA= *minimum corrosion allowance*

9.9 Expansion Joints

9.9.1. The differential expansion between the shell and tubes of fixed sheet exchangers is to be calculated for the most adverse conditions of normal operation, upset condition, operation startup conditions and shutdown conditions. Each of these conditions shall be evaluated with the exchanger clean and at design fouling. If the thermal stress in either the shell or tubes exceeds one half of the Code allowable stress at these temperatures then an expansion joint(s) designed to

9.9 Expansion Joint

9.9.1. Ekspansi diferensial antara *shell* dan *tube* pada *fixed sheet exchanger* dihitung pada kondisi terburuk saat operasi normal, *upset condition*, serta kondisi *start-up* dan *shut down*. Tiap-tiap kondisi dievaluasi dengan exchanger pada kondisi bersih dan pada desain *fouling*. Apabila *thermal stress* pada *shell* atau *tube* melebihi setengah dari batas tegangan yang diizinkan pada temperatur tersebut, maka harus menggunakan *expansion joint* yang didesain untuk

accommodate the full differential expansion shall be used.

mengakomodasi ekspansi diferensial tersebut secara penuh.

9.9.2. In addition to the provision above, expansion joints shall be provided on fixed tube sheet exchangers where either of the two following conditions prevail:

- The maximum temperature of either the tube or shell fluid exceeds 93°C (200°F).
- The maximum temperature difference between the average tube fluid and shell fluid temperature is greater than 55°C (100°F).

9.9.2. Sebagai tambahan dari peraturan di atas, *expansion joint* harus ada pada *fixed tube sheet exchangers* apabila salah satu dari dua kondisi berikut berlaku:

- Temperatur fluida maksimal dalam *tube* atau *shell* di atas 93°C (200°F).
- Perbedaan temperatur maksimum antara rata-rata temperatur fluida dalam *tube* dan *shell* lebih besar daripada 55°C (100°F).

9.9.3. Waiving of the requirements of 9.10.2. will require OWNER written approval after review of fabricator s calculations

9.9.3. Pengabaian terhadap persyaratan 9.10.2 harus membutuhkan persetujuan tertulis PEMILIK setelah perhitungan *fabricator*.

9.10 Design Loading and Condition

Heat Exchanger and their supports, including anchor bolts, shall be designed for the following combinations of loading and condition, shown in Table 1;

9.10 Kondisi dan Pembebanan Desain

Heat Exchanger dan tumpuannya, termasuk *anchor bolts*, harus didesain dengan memperhatikan kombinasi antara beban dan kondisi pada Tabel 1.

Table - 1: COMBINATION OF LOADING & CONDITIONS

Loading	Condition	Normal Operation (2)	Testing & Flushing (2) (3)	As Erected (2) (14)	During Erection (13) (14)
Design Load		X (4)	X (4)	X (5)	X (5) (12)
Internal Pressure and External pressure		X (6)	X (7)	-	-
Weigh of "Contents"		X (8)	X (9)	-	-
Wind Load or Earthquake Load		X (10)	X (11)	X (10)	-
Metal temperature (1)		D.T.	A.T.	A.T.	A.T.
New or Corroded (for strength calculation)		Corroded	New	New	New
Additional Loads and Force (15)		X	X	X	X

Note for Table 1:
(1) Abbreviations:

D.T. = Design Temperature

A.T. = Ambient Temperature

(2) In operating position.

(3) Required for all vessels unless otherwise accepted to omit it.

(4) All internals, insulation, fireproofing, piping, and platforms attached to the vessels to be included. Dead load to be calculated under new condition.

(5) All loose internals and fireproofing attached to the vessel to be excluded. Dead load to be calculated under new condition.

(6) In accordance with Equipment Datasheet.

(7) Pressure including liquid head.

(8) Weight of operating liquid to the maximum specified operating liquid level and of operating liquid on the trays and in the packing to be considered.

(9) Weight of water for testing or flushing.

(10) Design wind load or earthquake load, whichever is greater.

(11) One third of design wind load or one half of design earthquake load, whichever is greater.

(12) Actual weight multiplied by a dynamic load factor of 1.5.

(13) In accordance with the OWNER's instructions.

(14) Calculations may be omitted for smaller vessels when approved by

Catatan Tabel 1:
(1) Singkatan-singkatan:

D.T. = *Design Temperature*

A.T. = *Ambient Temperature*

(2) Posisi operasi

(3) Persyaratan untuk seluruh vessel kecuali mendapat persetujuan untuk diabaikan.

(4) Seluruh bagian internal, insulasi, tahan api, perpipaan, dan platform yang terpasang pada vessel. *Dead load* dihitung pada kondisi baru.

(5) Seluruh bagian internal yang longgar dan tahan api yang terpasang pada vessel harus dikecualikan. *Dead load* dihitung pada kondisi baru.

(6) Sesuai dengan *datasheet* peralatan.

(7) Tekanan termasuk *liquid head*.

(8) Beban operasi fluida pada level operasi maksimum yang ditentukan dan di atas *tray* serta di dalam *packing* harus diperhatikan.

(9) Berat air untuk pengujian atau *flushing*.


(10) Beban angin desain atau beban gempa, diambil nilai terbesar.

(11) Sepertiga beban angin desain atau setengah beban gempa desain, diambil nilai terbesar.

(12) Berat aktual dikalikan dengan faktor beban dinamis 1.5.

(13) Sesuai dengan instruksi PEMILIK.

(14) Perhitungan dapat dihilangkan untuk vessels yang lebih kecil dengan

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 24 / 43

the OWNER.

(15) Required only if specified by the OWNER.

Persetujuan PEMILIK.

(15) Diperlukan hanya jika ditentukan oleh PEMILIK.

9.11 Additional Requirements for Specific Types of Heat Exchangers

9.11.1. Kettle Type (Reboilers)

- a. Reboilers serving commercial product fractionators shall have kettle shells (TEMA shell type K). Other reboiler may be once-through natural circulation or thermosyphon type.
- b. Kettle type reboilers shall have an in line square pitch tube layout and be limited to a maximum heat flux of 37,830 W/m² (12 000 Btu/hour/square foot) of outside tube surface except in amine service where 23,644 W/m² (7,500 Btu/hr/sq.ft) is the maximum heat flux.
- c. A 9.5 mm (3/8 inch) minimum thickness weir to maintain the normal liquid level at least 50 mm (2 inches) above the top of the tubes shall be provided.
- d. Vapor disengaging space equal to at least 40% of the shell diameter shall be provided. The distance between the normal liquid level and the top of the kettle shell shall be at least 305 mm (12 inches).
- e. Two vapor outlet nozzles located at equal distances from

9.11 Persyaratan Tambahan untuk Heat Exchanger Khusus

9.11.1. Kettle Type (Reboiler)

- a. Reboiler yang bekerja untuk pemisahan produk komersial harus dilengkapi dengan *kettle shells/* selubung ketel (TEMA *shell type K*). *Reboiler* lain dapat berupa sirkulasi natural atau jenis *thermosiphon*.
- b. *Reboiler* jenis kettle harus memiliki *line square pitch tube layout* dan memiliki *heat flux* maksimum sebesar 37.870 W/m² (12000 btu/hour/ft²) dari permukaan *tube* sisi luar kecuali untuk *amine service* yang mensyaratkan *heat flux* maksimum sebesar 23644 W/m² (7500 Btu/hr/sq.ft)
- c. *Weir* dengan ketebalan *minimum* 9.5 mm (3/8 inci) harus disediakan untuk menjaga *level* normal *liquid* tetap berada 50 mm (2 inchi) di bagian atas *tube*.
- d. Ruang pelepasan uap memiliki luasan setidaknya 40% dari diameter *shell* harus disediakan. Jarak antara *level* cairan normal dan bagian atas *kettle shell* setidaknya 305 mm (12 inci).
- e. Untuk *tube bundle* dengan panjang di atas 4.5 m (15 kaki),

the ends of the tube bundle for tube bundles exceeding 4.5 m (15 feet) in length shall be provided. The space between the nozzles shall be equal to 50% of the tube bundle length.

- f. For kettle reboilers with a two-phase feed or saturated liquid feed inlet on the shell side, the inlet nozzles shall be above the high-high liquid level. A suitable impingement device must be installed inside the kettle, below the inlet feed nozzle which will minimize the effect of liquid splashing on the boiling pool.

Consider for kettle type items, a bundle hold down device shall be provided.

9.11.2. Kettle Evaporator

- a. Exchangers with vaporizing refrigerant on the shell side (evaporators) shall have kettle shells (TEMA shell type K).
- b. Fabricator shall provide connections to permit control of liquid level to at least 25 mm (1 inch) above the top tubes with an external liquid level controller to be provided by contractor. Weir plates are not to be used for liquid level control in chillers.
- c. Evaporators shall be provided with a minimum of four frost plugs.
- d. Fabricator shall provide connections for an over-sized

harus disediakan dua *outlet nozzle vapor* ditempatkan pada jarak yang sama dari ujung *tube bundle*. Jarak antar *nozzle* harus sama dengan 50% dari panjang *tube bundle*.

- f. *Inlet nozzle* pada *kettle reboiler* dengan masukan dua fase atau *saturated liquid* pada sisi *shell* ditempatkan di atas *high-high liquid level*. Perlengkapan proteksi *impingement* ditambahkan pada bagian dalam *kettle*, di bawah *inlet nozzle* yang berfungsi untuk meminimalisir cipratan air pada *boiling pool*.

Mempertimbangkan untuk item jenis *kettle*, perangkat *bundle hold down* harus disediakan

9.11.2. Kettle Evaporator

- a. *Exchanger* dengan refrigeran yang menguap pada sisi *shell* (evaporator) harus dilengkapi dengan *kettle shell* (TEMA shell tipe K).
- b. Fabrikator harus menyediakan sambungan untuk mengatur level *liquid* setidaknya 25 mm (1 inci) di atas *tube* teratas dengan pengatur *level* fluida luar yang disediakan oleh kontraktor. *Weir plate* tidak digunakan untuk mengatur *level* cairan dalam *chiller*.
- c. *Evaporator* harus dilengkapi dengan minimal empat buah *frost plugs*.
- d. Fabrikator harus menyediakan sambungan *over-sized frost*

frost free, back lighted gage glass to be provided by contractor.

- e. Vapor disengaging space equal to at least 40% of the shell diameter shall be provided. The distance between the normal liquid level and the top of the kettle Shell shall be at least 305 mm (12 inches).
- f. Two vapor outlet nozzles located at equal distances from the ends of the tube bundle, for tube bundles exceeding 4.5 m (15 feet) in length shall be provided. The space between the nozzles shall be equal to 50% of the tube bundle length.
- g. Fabricator shall provide drain and equalizing connections on the kettle shell for connection to a reclaimed system for removal of oil and other heavy ends.
- h. Tubes shall be rolled and seal welded at the face of the tube sheet.

9.11.3. Water Cooled heat Exchangers

- a. Where cooling water is used in heat transfer equipment the water shall be tube side fluid unless the design shell side pressure exceeds 84 kg/cm² (1200 psig). When Water is used on the shell side, the baffles to be provided by the contractor, shall be vertical cut and coolers shall be equipped with low pressure relief valves or rupture disk, capable of

free serta *back lighted gage glass* disediakan oleh kontraktor.

- e. *Vapor disengaging space* yang sama dengan setidaknya 40% dari diameter *shell* harus disediakan Jarak antara *level* cairan pada kondisi normal dengan bagian atas *kettle shell* setidaknya sebesar 305 mm (12 inci).
- f. Untuk *tube bundle* dengan panjang lebih dari 4.5 m (15 kaki), harus disediakan dua buah *nozzle* keluaran uap yang ditempatkan pada jarak yang sama dari ujung *tube bundle*. Jarak antar *nozzle* sama dengan 50% dari panjang *tube bundle*.
- g. Fabrikator harus menyediakan *drain* dan *equalizing connection* pada *kettle* untuk keperluan pembersihan oli dan produk pengotor lainnya.
- h. *Tube* harus berupa *rolled tube* dan pengelasan dilakukan pada permukaan *tube sheet*.

9.11.3. *Water Cooled Heat Exchangers*

- a. Apabila *cooling water* digunakan dalam peralatan penukar panas, air harus berada pada sisi *tube* kecuali tekanan desain pada sisi *shell* lebih dari 84 kg/cm² (1200 psig). Apabila air digunakan pada sisi *shell*, *baffle* yang disediakan kontraktor harus dipotong vertikal dan pendingin harus dilengkapi dengan *low pressure relief valves* atau

handling the capacity of one ruptured tube from both to closed loop non-aerated, inhibited cooling water system.

- b. On all condensers and coolers with cupro-nickel tubes where cooling or “once through” raw water is used, provisions shall be made for the installation of cathodic protection for tile water side. These anodes shall be complete with Polyethylene insulating boxes, stainless steel studs resistance washers etc.
- c. Anodes are to be placed in each pass of both ends of the exchanger.
- d. Maximum allowable cooling water outlet temperatures shall be 48°C (120°F) for sea water and 45°C (113°F) for fresh water.
- e. Water velocities in tubes shall be sufficient to prevent plugging and to minimize fouling.

9.11.4. Cladded Parts

All cladded parts (tube sheets channel boxes covers etc.) shall have a minimum cladding thickness of 3.0 mm, depend on cladding material. Vendor shall be submitted Drawing to the OWNER for approval.

rupture disk, yang mampu menahan kapasitas dari *tube* yang rusak dari keduanya agar menjadi *closed loop non-aerated, inhibited cooling water system*.

- b. Seluruh kondensor dan pendingin dengan *tube* tembaga-nikel yang menggunakan air mentah, terdapat beberapa ketentuan untuk pemasangan proteksi katodik. Anoda harus dilengkapi dengan kotak insulasi *Polyethylene, stainless steel studs resistance washers*, dan lain-lain.
- c. Anoda ditempatkan pada tiap *pass* kedua ujung *exchanger*
- d. Temperatur maksimum keluaran *cooling tower* yang diizinkan sebesar 48°C (120°F) untuk air laut dan 45°C (113°F) untuk air tawar.
- e. Kecepatan air dalam *tube* harus cukup untuk menghindari *plugging* dan meminimalkan *fouling*.

9.11.4. Cladded Parts

Seluruh bagian *cladded part* (saluran *tube sheet, boxes cover, dsb.*) harus memiliki ketebalan lapisan minimal 3 mm, sesuai dengan *cladded material*. Vendor harus menyerahkan gambar kepada PEMILIK untuk mendapat persetujuan.

9.12 Nozzles, Bolts, Gaskets And Other Connections
9.12.1. General

- a. Drain, vent and draw off nozzles shall be trimmed flush with the inside surface of the exchanger.
- b. For nozzles construction / type, nozzle necks, nozzle projections, appurtenances, corrosion allowances, bolts and gaskets please refer to General Specification Pressure Vessel RP-ETS-STA-GS-0009
- c. Vendor shall be calculate and inform the nozzle load calculation according to WRC 107 and General Specification Pressure Vessel RP-ETS-STA-GS-0009, Appendix A.
- d. The Hardness of metal gasket shall conform to ASME B 16.20, as per below

9.12 Nozzle, Baut, Gasket dan Sambungan Lain
9.12.1. Umum

- a. *Drain, vent* dan *draw off nozzle* harus dibersihkan pada permukaan dalam *exchanger*.
- b. Untuk jenis/ konstruksi *nozzle*, *nozzle neck*, *nozzle projection*, *appurtenance*, *corrosion allowance*, baut dan *gasket*, silakan merujuk pada *General Specification Pressure Vessel RP-ETS-STA-GS-0009*.
- c. *Vendor* harus menghitung dan menginformasikan hasil perhitungan beban *nozzle* mengacu pada WRC 107 dan *General Specification Pressure Vessel RP-ETS-STA-GS-0009*, *Appendix A*.
- d. Kekerasan dari *metal gasket* harus sesuai dengan ASME B 16.20, sebagai berikut:

Ring Gasket Material	Maximum Hardness	
	Brinell	Rockwell "B" Scale
Soft iron [Note (1)]	90	56
Low-carbon steel	120	68
4-6 chrome 1/2Mo	130	72
Type 410	170	86
Type 304	160	83
Type 316	160	83
Type 347	160	83

NOTE:

- (1) May be low-carbon steel, not to exceed maximum hardness of 90 Brinell – 56 Rockwell "B."

9.12.2. Drain vent and Service Connections;

- a. ¾" drain and vent connections, unless otherwise specified, shall be provided at all high end low points on each header.
- b. In hazardous service or where corrosion allowance is specified greater than 3mm, all drains and vents, pressure gauge and thermowell connections shall be flanged.
- c. Inlet and outlet connections with blind flanges 2 inches for shells 740 mm (29 inches) ID and smaller, 3 inches for larger ID shells, shall be provided for backwash or chemical cleaning in fouling services (cooling water, once through raw water, amine, etc).
- d. Test Connection shall be provided at inlet & outlet nozzle.

9.12.3. Connections for two or more Shell Stacked Exchangers


Where two or more exchangers having interconnecting nozzles are to be stacked, care shall be taken to ensure the stud bolts may be removed without having to move either exchangers. Additionally, stresses on interconnecting nozzles resulting from different thermal growth rates of stacked exchangers shall be included as superimposed

9.12.2. Drain vent dan Service Connection;

- a. Seluruh sisi atas dan bawah tiap *header* harus dilengkapi dengan sambungan *drain* dan *vent* sebesar ¾ inci, kecuali ditentukan lain.
- b. Untuk kondisi operasi yang berbahaya atau *corrosion allowance* lebih dari 3 mm, seluruh *drain* dan *vent*, *pressure gauge*, dan sambungan *thermowell* harus dilengkapi dengan *flange*.
- c. *Shell* dengan ID (diameter dalam) 740 mm (29 inci) ke bawah harus dilengkapi dengan *blind flange* sebesar 2 inci dan 3 inci untuk diameter di atas 740 mm dalam keperluan pembersihan cairan kimia yang digunakan untuk menangani *fouling* (*cooling water*, *raw water*, *amine*, dan lain-lain).
- d. Setiap *inlet* dan *outlet nozzle* harus dilengkapi dengan *Test Connection*.

9.12.3. Sambungan untuk dua atau lebih Shell Stacked Exchanger

Bila ada dua atau lebih *exchanger* dengan *nozzle* yang saling berhubungan dan berjajar, harus diperhatikan bahwa *stud bolt* dapat dilepas pasang tanpa memindahkan *exchanger*. Adanya *stresses* akibat perbedaan *thermal growth rate* pada *stacked exchanger* harus dimasukkan sebagai beban *superimposed* dalam desain

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 30 / 43

loads in designing the nozzles.

nozzle stacked heat.

9.13 Support


The design of supports shall include the combination of loading described in the General Specification Pressure Vessels. In addition, supports shall meet the requirements stated below;

- 9.13.1. Supports for horizontal exchangers shall be in accordance with General Specification Pressure Vessel RP-ETS-STA-GS-0009 and as supplemented below.
- 9.13.2. Vertical exchangers installed separately or on other equipment such as side reboilers and vessels shall be supplied with a minimum of two support lugs. The lugs are to be designed so as to reduce bending in the shell and decrease undue localized stress in the shell where they are attached.
- 9.13.3. The supports for exchangers with removable bundles shall also be designed for a tube bundle pull including impact allowance taken as a horizontal force equal to 150 % of the bundle weight.
- 9.13.4. Upper support saddles shall be supplied with the lower exchanger where horizontal exchangers are to be stacked.
- 9.13.5. The support nearest the shell cover shall have slotted holes to allow for horizontal expansion as should vertical exchangers with lug type supports.

9.13 Support

Desain tumpuan harus memperhatikan kombinasi pembebanan sebagaimana tercantum pada dokumen *General Specification Pressure Vessel*. *Support* juga harus memenuhi persyaratan yang disebutkan di bawah ini;

- 9.13.1. *Support* untuk *exchanger horizontal* mengacu pada *General Specification Pressure Vessel RP-ETS-STA-GS-0009* dan dokumen tambahan lain.
- 9.13.2. *Exchanger* vertikal yang dipasang terpisah atau dipasang pada peralatan lain seperti *side reboiler* dan *vessels* harus dilengkapi dengan minimal 2 *support lug*. *Lug* dirancang untuk meminimalisir terjadinya *bending* pada *shell* dan mengurangi *localized stress* yang tidak semestinya pada *shell* tempat *lug* terpasang.
- 9.13.3. Tumpuan *exchanger* dengan *removable bundle* harus didesain agar *tube bundle* dapat ditarik termasuk toleransi *impact* yang diizinkan dimana beban yang *horizontal* sama dengan 150% dari berat *bundle*.
- 9.13.4. *Upper support saddle* atas harus disuplai dengan *exchanger* bawah dimana penukar *horizontal* harus ditumpuk.
- 9.13.5. *Support* yang berada paling dekat dengan *shell cover* harus dilengkapi dengan lubang untuk memungkinkan terjadinya ekspansi *horizontal* sebagaimana *exchanger* vertikal dengan *lug*

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 31 / 43

type support.

9.14 Insulation Support Direction

Support rings shall be provided for the heat exchanger to be insulated. Heat exchanger with stiffening rings may substitute these for the insulation supports, if practicable.

9.15 Name Plate

Nameplates shall be provided for each of the supplied equipment items and be positioned on the equipment item in clear sight of the operator. Minimum nameplate projection shall be 1½ inch from the shell or from the external surface of insulation where applicable.

Equipment shall be identified by an accurate and legible 316 stainless steel permanent label affixed to the equipment with 316 stainless steel rivets or by welding, designed for outdoor installation, with minimum letter height of 5 mm.

The information on the nameplate shall be aligned to the requirements of the ASME Sec.VIII, API 660 and shall include;

- Name of Equipment
- Item Number
- Code or Standard used
- Design Pressure
- Design Temperature
- PWHT
- Radiography
- Hydrostatic Test
- Weight (Unit/ Bundle)
- Serial Number

9.14 *Insulation Support Direction*

Support ring harus ada untuk *heat exchanger* yang akan dipasang insulasi *Heat exchanger* dengan *stiffening ring* dapat digantikan dengan *insulation support*, jika memungkinkan.


9.15 *Name Plates*

Tiap peralatan harus dilengkapi dengan *nameplates* dan diposisikan sedemikian rupa pada peralatan agar dapat dilihat dengan jelas oleh operator. Proyeksi *nameplate* minimal 1½ inci dari *shell* atau permukaan luar bila terdapat insulasi.

Peralatan harus dilengkapi dengan label permanen yang terbuat dari *stainless steel* 316 dan dipasang menggunakan *rivet stainless steel* 316 atau dengan las. Label didesain untuk instalasi luar ruangan dengan ukuran huruf sebesar 5 mm.

Informasi yang terdapat pada *nameplate* harus disesuaikan dengan persyaratan ASME Sec.VII, API 660 dan harus mencakup;

- Nama Peralatan
- Nomor Item
- *Code* atau standar yang digunakan
- Tekanan Desain
- Temperatur Desain
- PWHT
- Radiografi
- Uji Hidrostatik
- Berat (Unit/*Bundle*)
- Nomor Seri

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 32 / 43

- Year Built

The data provided on the nameplate shall be aligned to the units in the Basic Engineering Design Data.

- Tahun Pembuatan

Data yang diberikan pada *nameplate* harus disesuaikan dengan unit (satuan ukuran) di *Basic Engineering Design Data*.

9.16 Structure And Miscellaneous Attachments

When specified all structural attachments shall be supplied in accordance with specification General Pressure Vessels Specification.

9.16 Struktur dan Kelengkapan Tambahan

Seluruh kelengkapan tambahan pada struktur harus sesuai dengan spesifikasi *General Specification Pressure Vessel*.

10. MATERIAL

10.1 Ferrous

As per ASME section II Part A and Section VIII Div 1 code.

10. MATERIAL

10.1 Ferrous

Sesuai dengan *Code ASME Section II Part A* dan *Section VIII Div 1*.

10.2 Non-Ferrous

Non-Ferrous material for heat exchangers shall be in accordance with the ASME Code Section II Part B, with specific selections as specified on the datasheets

10.2 Non-Ferrous

Material non-ferrous yang digunakan untuk *heat exchanger* harus sesuai dengan ASME Code *Section II Part B*, dengan ketentuan lebih spesifik sebagaimana disebutkan dalam *datasheet*.

10.3 Nozzles

10.3.1. Nozzles material on high-alloy steel exchangers shall be made from material equivalent to the shell or head in which they are installed. For material using pipe, seamless pipe is used as per ASME section II part A specification.

10.3 Nozzle

10.3.1. *Material nozzle* untuk *heat exchanger* yang berbahan *high-alloy steel* dibuat dari *material* yang sejenis pada tempat pemasangan *shell* atau *head*. Untuk *material* yang berbentuk pipa, wajib menggunakan pipa *seamless* sesuai dengan spesifikasi ASME *Sect. II Part A*

10.3.2. Flanges NPS 24 (600 mm) and smaller (NPS 12 and smaller for Class 2500) shall be according to ASME B16.5. Flanges larger than NPS 24 (600 mm) shall be

10.3.2. *Flange* NPS 24 (600 mm) ke bawah (NPS 12 dan di bawahnya untuk kelas 2500) harus sesuai dengan ASME B16.5. *Flange* yang lebih besar daripada NPS 24 (600

according to ASME B16.47 Series B, unless otherwise approved by the OWNER's.

10.3.3. Gaskets for use with raised face flanges shall be spiral wound per ASME B16.20, with a non-asbestos filler material. In lined portions of the equipment, the winding material shall be the same as the equipment lining. In unlined portions of the equipment the winding material shall be a minimum of ASTM A-240 Type 304. Gaskets shall include an outer retaining ring. The outer retainer ring may be carbon steel, protected against corrosion. Gaskets for Class 900 and greater flanges, flanges over 24 inch NPS, and gaskets in vacuum service shall have an inner retainer ring of the same material as the windings. Gaskets with an inner retainer ring shall also be used between flanges of different metallurgies with different coefficients of thermal expansion when they operate at an elevated temperature. The contractor shall verify the adequacy of all gaskets considering potential buckling of the outer or inner retaining ring(s) and the windings.

10.3.4. Ring joint flanges shall have a flat bottom groove with the intersection between the bottom and sides of the groove machined to a smooth

mm) harus sesuai dengan ASME B16.47 Series B, kecuali mendapat persetujuan dari PEMILIK.

10.3.3. *Gasket* yang digunakan untuk *raised face flange* adalah jenis *spiral wound* sesuai ASME B16.20, dengan *non-asbestos filler material*. Untuk bagian *lined* peralatan, *winding material* harus sama dengan material pada *equipment lining material*. Sedangkan untuk bagian *unlined* pada peralatan, *winding material* minimal harus memenuhi *material* yang digunakan *minimum* adalah ASTM A-240 tipe 304. *Gasket* termasuk dengan *outer retaining ring*. *Outer retaining ring* berupa *carbon steel* yang telah ditambahkan proteksi terhadap korosi. *Gasket* untuk kelas *flange* 900 ke atas, *flange* di atas 24 inci NPS, dan *gasket* pada operasi vakum harus dilengkapi dengan *inner retainer ring* yang terbuat dari *material* yang sejenis. *Gasket* dengan penyangga dalam juga digunakan pada *flange* dengan metalurgi berbeda yang memiliki koefisien *thermal expansion* berbeda apabila dioperasikan pada temperatur tertentu. Kontraktor harus memastikan bahwa semua *gasket* dapat menahan potensi terjadinya *buckling* pada *outer* atau *inner retaining ring* dari *winding*.

10.3.4. *Ring joint flange* harus memiliki permukaan *bottom groove* yang datar dengan perpotongan antara bagian bawah dan samping dari

1/8 inch (3 mm) minimum radius.

groove machined dengan radius minimal 1/8 inchi (3 mm)

10.3.5. Flanges and bolts shall be analyzed to ensure that they are not overstressed during gasket seating. Overstressing is more likely to occur when Class 300 and lower flanges are used with spiral wound metal gaskets.

10.3.5. *Flanges* dan baut-baut harus dianalisa untuk memastikan tidak ada *overstressed* selama pemasangan *gasket*. *Overstressed* umumnya terjadi pada penggunaan *flange* kelas 300 ke bawah dengan *spiral wound metal gasket*

10.3.6. Slip-on flanges shall not be used in hydrogen and wet H₂S services.

10.3.6. *Slip on flange* tidak dapat digunakan untuk proses yang berhubungan dengan nitrogen dan H₂S basah

10.3.7. The projection of a flanged connection shall provide adequate clearance between the back of the flange and the insulation on the heat exchanger to allow bolt removal when a valve is to be installed on the neck of the nozzle.

10.3.7. Proyeksi pada sambungan *flange* harus dilengkapi dengan jarak yang memadai antara bagian belakang *flange* dan insulasi pada *heat exchanger* untuk keperluan pelepasan baut ketika *valve* dipasang pada leher *nozzle*.

10.3.8. Threaded connections shall not be provided on exchanger components if any of the following applies:

10.3.8. Sambungan berulir tidak boleh digunakan apabila salah satu dari kondisi berikut terpenuhi:

- a. Clad or weld overlay construction
- b. Design temperature greater than or equal to 750°F (400°C)
- c. Components are subject to post-weld heat treatment (PWHT)
- d. If contractor specifies that Heat exchangers are in dangerous material service, unless all threaded connections are seal welded

- a. Konstruksi yang dilapisi dengan las atau *cladding*
- b. Temperatur desain sebesar 750°F (400°C) ke atas.
- c. Komponen yang akan dilakukan *Post Weld Heat Treatment* (PWHT)
- d. Apabila kontraktor menyatakan bahwa *heat exchanger* beroperasi dengan bahan berbahaya, kecuali seluruh sambungan berulir telah dilas secara menyeluruh.

10.3.9. The potential effects of thermal distortion on the reliability of bolted

10.3.9. Efek potensial dari distorsi termal pada keandalan *tube sheet*

and gasketed tubesheet and girth flange joints shall be considered where the difference between the inlet and outlet temperatures of either shell or tube side exceeds 175°F (97°C).

10.4 Tubes

- 10.4.1. Tube materials shall be seamless unless specified in the material specification given on the datasheet.
- 10.4.2. Each U-tube shall be formed from a single length, and mean radius of U-tubes bend shall not be less than 1.5 times of the tube outside diameter.
- 10.4.3. Tubes shall be extended by 3 mm beyond the channel side surfaces of each tubesheet.
- 10.4.4. Low finned, integral tubing, when specified, shall be steel in accordance with ASME SA-498 or Copper base alloys in accordance with ASME SB-359 requirements as dictated by service conditions unless specified otherwise.

10.5 Tube sheets

The materials used for tube sheets, cladding, baffles and support plates, shall be as specified on the data sheets. Tie rods, spacers and other bundle hardware shall be of the same material as the baffles. Exceptions must be approved by the OWNER. The thickness of the cladding may be used only as corrosion allowance. The tube sheet material shall be rolled or forged plate (casting is not allowed).

dengan baut dan *gasket* serta sambungan *flange* harus memperhatikan perbedaan temperatur antara *inlet* dan *outlet* pada sisi *tube* atau *shell* melebihi 175°F (97°C).

10.4 Tubes

- 10.4.1. *Material tube* harus berupa *seamless* kecuali disebutkan lain dalam spesifikasi *material* pada *datasheet*.
- 10.4.2. Tiap *U-tube* dibuat dari satu lonjor pipa dengan radius *U-tube* tidak kurang dari 1.5 kali diameter luar *tube*.
- 10.4.3. *Tube* diberi kelebihan sebesar 3 mm dari permukaan *channel* untuk tiap *tubesheet*.
- 10.4.4. *Low finned, integral tubing*, bila disyaratkan, harus terbuat dari baja sesuai dengan ketentuan ASME SA-498 atau paduan tembaga sesuai dengan ketentuan ASME SB-359 tergantung kondisi operasi kecuali disebutkan lain.

10.5 Tube sheet

Material yang digunakan untuk *tube sheet*, *cladding*, *baffle*, dan plat penyangga harus sesuai dengan *data sheet*. *Tie rod*, *spacer*, dan kelengkapan lain harus sama dengan material *baffle*. Setiap pengecualian harus mendapat izin tertulis dari PEMILIK. Ketebalan *cladding* hanya dapat digunakan untuk *corrosion allowance*. *Material tube sheet* harus pelat dari proses *rolled* atau *forming* (proses cor tidak diperbolehkan).

10.6 Supports and Miscellaneous Internal and External Attachments

10.6.1. Requirements for lifting lugs, insulation clips, supports etc. shall be in accordance with General Specification Pressure Vessel.

10.6.2. Baffles, partition plates etc. attached to pressure parts, shall be made of materials the same as the material to which they are attached.

10.6.3. Heat Exchanger shall be provided with two earth lugs, unless otherwise specified. Lugs are only required on the bottom part of stacked exchangers.

10.7 Post Weld Heat Treatment (PWHT)

All PWHT requirements shall be in accordance with the data sheets and conform with ASME VIII Div 1.

10.8 Material Impact Test Requirements

All impact test requirements shall be in accordance with specification Pressure Vessels and conform with ASME VIII Div 1.

11. SPECIFIC SERVICE**11.1 Hydrofluoric (HF) Acid Service**

When a process stream contains free HF, dissolved HF, or trace HF and the specification is not specified in the datasheet, the following additional requirements apply:

10.6 Support serta Kelengkapan Internal dan Eksternal Lain

10.6.1. Ketentuan untuk *lifting lug*, *insulation clips*, *support* dan lain-lain, harus sesuai dengan dokumen *General Specification Pressure Vessel*.

10.6.2. *Baffle*, *partition plates*, dan kelengkapan lain yang dipasang pada komponen bertekanan harus terbuat dari *material* yang sama dengan *material* tempat pemasangan.

10.6.3. *Heat exchanger* harus dilengkapi dengan dua *earth lug*, kecuali ditentukan lain. *Lugs* hanya dibutuhkan pada bagian bawah *stacked exchanger*.

10.7 Post Weld Heat Treatment (PWHT)

Seluruh persyaratan PWHT harus mengacu pada *data sheet* dan sesuai dengan ASME VIII Div 1.

10.8 Persyaratan Material Uji Impact

Seluruh persyaratan uji *impact* harus mengacu pada spesifikasi *Pressure Vessel* dan sesuai dengan ASME VIII Div 1.

11. OPERASI KHUSUS**11.1 Operasi Asam Hydrofluoric (HF)**

Apabila proses mengandung HF bebas, HF terlarut, atau HF jejak dan tidak disebutkan dalam *datasheet*, berikut beberapa ketentuan yang harus diikuti:

11.1.1. General

- a. To minimize chances of acid leakage into the process area, the exchanger design shall include as few joint closures as is practical, (e.g. U-tubes, removable TEMA "C" stationary head, etc.).
- b. When the steam pressure is higher than the process side pressure, tube to tube sheet joints shall be strength welded and fully rolled.
- c. Process fluids shall flow downward to assure good drainage. When the process fluid is on the shell side, the baffles shall contain a "V" notch at the low point of the bottom edge. Also, the sleeve spacers on the tie rods between baffles shall contain 3/8 inch (10 mm) diameter (minimum) holes or slots to permit entry of neutralizing solutions prior to pulling tube bundles.
- d. Threaded surfaces are not permitted in contact with process fluids. Attachments provided for disassembly (eyebolts, lugs) shall be attached via welding.
- e. When acid is present in a condenser shell, provide only one auxiliary connection, a 2 inch flanged vent located at the high point of the shell at the end opposite from the vapor inlet. In all other channels or shells

11.1.1. Umum

- a. Untuk meminimalisir terjadinya kebocoran asam pada area proses, desain *exchanger* harus menyesuaikan beberapa sambungan tertutup dengan praktek yang berlaku secara umum (*U-tubes*, TEMA "C" *stationary head*, dll.).
- b. Apabila tekanan uap lebih besar daripada tekanan sisi proses, sambungan antara *tube* dengan *tube sheet* harus dilas dengan kuat dan menyeluruh.
- c. Fluida proses harus mengalir ke arah bawah untuk memastikan drainase yang bagus. Apabila fluida proses berada pada *shell*, *baffle* harus dilengkapi dengan "V" *notch* pada sisi ujung bawah. *Sleeve spacer* pada *tie rod* antar *baffle* memiliki diameter lubang minimum sebesar 3/8 inci (10 mm) sebagai jalan masuk larutan penetral sebelum *tube bundle* ditarik keluar.
- d. Permukaan berulir tidak diperbolehkan bersentuhan dengan fluida proses. Kelengkapan tambahan untuk bongkar muat (*eyebolt*, *lug*) dipasang menggunakan proses las.
- e. Apabila terdapat asam pada kondensor *shell*, hanya gunakan satu sambungan pelengkap sebesar 2 inci yang ditempatkan pada sisi atas ujung yang berlawanan dengan *inlet* uap. Pada *channel* atau

where acid is present, do not provide connections for vents, drains, pressure gauge, etc.

- f. Nozzles and their reinforcements shall be attached to the exchanger with full penetration welds. When back-up strips are used they shall be removed after welding and the weld ground smooth.
- g. Longitudinal and circumferential welded joints shall be full penetration double-welded butt type or equivalent.
- h. Flange closure shall use ASME SA-193 grade B7M bolts and ASME SA-194 grade 2HM nuts.
- i. Ring type joint flanges are acceptable in HF acid services.
- j. After fabrication full radiography is required for all welded joints in contact with free HF or dissolved HF service. Spot radiography, as a minimum, is required in trace HF service.
- k. Weld repairs on pressure parts shall be completed before heat treatment. If repairs are found to be necessary after heat treatment, pressure parts affected shall be heat treated again.

shell lain yang memiliki kandungan asam, tidak diperbolehkan untuk memberikan *connection* untuk *vent*, *drain*, *pressure gauge*, dll.

- f. *Nozzle* beserta penguatnya harus terpasang pada *exchanger* dengan pengelasan penetrasi penuh. Ketika *back-up strip* digunakan, *strip* tersebut harus dilepas setelah proses pengelasan dan area pengelasan menjadi halus.
- g. Sambungan las *longitudinal* dan *circumferential* harus berupa tipe *full penetration double-welded butt* atau yang setara.
- h. Penutup *flange* menggunakan baut ASME SA-193 grade B7M dan *nut* ASME SA-194 grade 2HM.
- i. *Ring type joint flange* dapat digunakan untuk proses asam HF.
- j. Setelah fabrikasi selesai, seluruh sambungan yang mengalami kontak dengan HF bebas terlarut harus diuji radiografi. *Spot radiography* dilakukan sebagai syarat *minimum* pelacakan HF.
- k. Perbaikan las pada komponen bertekanan dilakukan sebelum proses perlakuan panas. Apabila diperlukan perbaikan setelah perlakuan panas, maka perlakuan panas harus dilakukan kembali.

- l. Ferrous and nonferrous tubing shall be annealed after finning as defined in the appropriate ASME specification.
- m. Flame cutting is not permitted unless the cut surface is ground back to sound metal.

11.1.2. Carbon Steel

- a. Plate steel shall be fully killed in accordance with ASME SA-516.
- b. After fabrication, stress relieve at 1100°F (595°C) ± 25°F (14°C) for one hour per inch (25 mm) of thickness with a minimum hold of one hour followed by cooling in still air. U-bends shall be stress relieved at 1150°F (620°C) ± 25°F (14°C) after bending.

11.1.3. Monel

- a. Plate shall in accordance with ASME Specification SB-127. All plate shall be supplied in an annealed condition.
- b. The fabrication and thermal treatment of Monel shall comply with the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1, Part UNF, Appendix NF, Paragraphs NF-7 and NF-14.
- c. After fabrication, stress relieve at 1150°F (620°C) ±25°F (14°C) for one hour per inch (25 mm) of thickness with a minimum hold of one hour, followed by cooling

- l. *Tube ferrous dan non-ferrous* harus diproses *annealing* setelah pemasangan fin sebagaimana tercantum pada spesifikasi ASME

- m. *Flame cutting* tidak diperbolehkan kecuali permukaan hasil potongan dibersihkan hingga menjadi halus kembali.

11.1.2. Carbon Steel

- a. Pelat baja harus memenuhi kriteria ASME SA-516
- b. Setelah fabrikasi selesai, *stress relieve* dilakukan pada temperatur 1100 °F (595 °C) ± 25°F (14°C) selama satu jam per inci (25 mm) ketebalan diikuti dengan pendinginan udara. *U-bend* diproses *stress relieved* setelah *bending* pada 1150 °F (620 °C) ± 25°F (14°C).

11.1.3. Monel

- a. Pelat harus sesuai dengan Spesifikasi ASME SB-127. Seluruh pelat harus dalam keadaan telah diproses *annealing*.
- b. Fabrikasi dan perlakuan termal pada Monel harus sesuai dengan ASME Code tentang *Boiler dan Pressure Vessel, Section VIII, Division 1, Part UNF, Appendix NF, Paragraf NF-7 dan NF-14*
- c. Setelah fabrikasi selesai, *stress relieve* dilakukan pada temperatur 1100 °F (595 °C) ±25°F (14°C) selama satu jam per inci (25 mm) ketebalan

in still air. U-bends shall be stress relieved at 1150°F (620°C) ± 25°F (14°C) after bending.

- d. Provide 1/16 inch (1.5 mm) corrosion allowance except on tubing.

11.1.4. Gaskets

- a. Raised face flange gaskets in contact with HF acid shall be spiral wound Monel with flexible graphite filler, or double jacketed Monel with flexible graphite filler in accordance with ASME B16.20, or solid monel.
- b. Ring joint gaskets in contact with HF acid shall be solid Monel. Ring joint gaskets shall be oval cross section. Gaskets shall be in accordance with ASME B16.20.

11.2 Seawater or Brackish Water Service (Tubeside)

11.2.1. Tubes shall be aluminum brass, 90-10 Cu-Ni, 70-30 Cu-Ni or titanium. When ammonia, amines, or hot sulfides are present on the shell side, use 70-30 Cu-Ni or titanium tubes only. For titanium tube bending section shall be done by material manufacturer or selected fabricator that have proven experience for titanium bending.

11.2.2. Tube sheets and floating heads shall be clad steel or solid naval

diikuti dengan pendinginan udara. *U-bend* diproses *stress relieved* setelah *bending* pada 1150 °F (620 °C) ± 25°F (14°C).

- d. Batas *corrosion allowance* sebesar 1/16 inci (1.5 mm) kecuali pada *tube*.

11.1.4. Gasket

- a. *Gasket* dengan tipe *raised face* yang berhubungan dengan asam HF harus terbuat dari monel yang berbentuk *spiral wound* dengan isian grafit fleksibel atau dapat diganti dengan monel berlapis ganda dengan isian grafit fleksibel sesuai dengan ASME B16.20 atau *solid monel*.
- b. *Ring joint gasket* yang bersinggungan dengan asam HF harus berupa *solid Monel*. *Ring joint gasket* berupa *oval cross section*. *Gasket* harus sesuai dengan ASME B16.20

11.2 Operasi Menggunakan Air Laut atau Air Payau (Tubeside)

11.2.1. *Tube* harus terbuat dari kuningan aluminium, 90-10 Cu-Ni, 70-30 Cu-Ni atau *Titanium*, Apabila terdapat amonia, amina, atau sulfida panas dalam *shell*, *tube* hanya boleh terbuat dari 70-30 Cu-Ni atau *Titanium*. Bagian *tube* yang melengkung harus dikerjakan oleh *manufacturer* yang terpilih dan terbukti berpengalaman dalam pengerjaan *Titanium bending*.

11.2.2. *Tube sheet* dan *floating head* berupa *clad steel* atau *solid naval*

brass, aluminum bronze, 90-10 Cu-Ni, 70-30 Cu-Ni, titanium, or Monel.

11.2.3. Channels shall be solid naval brass, aluminum bronze, 90-10 Cu-Ni, 70-30 Cu-Ni, titanium, Monel, or steel clad with the same materials. Alternately they may be solid steel that is faced and coated as follows:

- a. Weld deposited machined facing of aluminum bronze, Monel, 90-10 Cu-Ni, or 70-30 Cu-Ni, shall be applied to the contact edges of the partition plates at the tube sheet sides, and the face of the channel flange which is adjacent to the tube sheet. These weld deposits shall extend a minimum of 1 inch (25 mm) from the tube sheet contact surface.
- b. Install sacrificial zinc anodes in the channel and the floating head. Anodes shall be of sufficient size for 4 years of continuous operation.
- c. Steel surfaces including nozzles and supports, excluding the zinc anodes, shall be painted with a primer coating.

11.3 Hydrogen Service

When the service is hydrogen service, the following additional requirements shall apply:

11.3.1. Parts in contact with hydrogen shall

brass, aluminium perunggu, 90-10 Cu-Ni, 70-30 Cu-Ni, Titanium, atau Monel.

11.2.3. *Channel* harus berupa *solid naval brass*, aluminium perunggu, 90-10 Cu-Ni, 70-30 Cu-Ni, *titanium*, *Monel*, atau baja yang dilapisi dengan *material* sejenis. Sebagai alternatif, *material* tersebut dapat berupa *material solid* yang dibentuk dan dilapis sebagai berikut:

- a. Bagian sisi pelat partisi pada *tube sheet*, dan permukaan *flange* saluran yang bersentuhan dengan *tube sheet* harus dilapisi dengan *weld deposit* berupa aluminium perunggu, *Monel*, 90-10 Cu-Ni, atau 70-30 Cu-Ni. *Weld deposit* tersebut harus dilebarkan minimal sebesar 1 inci (25 mm) dari permukaan yang bersinggungan dengan *tube sheet*.
- b. Pemasangan *sacrificial zinc anode* pada *channel* dan *floating head*. Anoda harus memiliki ukuran yang memadai untuk pemakaian secara kontinyu selama 4 tahun.
- c. Permukaan baja termasuk *nozzle* dan tumpuan, tidak termasuk anoda *zinc*, harus dicat dengan lapisan primer.

11.3 Operasi Hidrogen

Apabila operasi melibatkan hidrogen, berikut beberapa persyaratan yang harus dipenuhi.

11.3.1. Komponen yang bersentuhan

be killed carbon steel.

11.3.2. Vent and drain connections shall be provided with a blind flange of the same class and facing as the main inlet nozzles.

11.3.3. Girth joint gaskets shall be solid metal type, spiral wound in accordance with ASME B16.20, or double jacketed graphite filled in accordance with ASME B16.20. Spiral wound gaskets shall have stainless steel windings and flexible graphite filler. For design pressures over 500 psig (35 kg/cm²(g)), use a stainless steel inner ring. For design temperatures above 800°F (430°C), stainless steel materials shall be Type 321 or 347.

11.3.4. Welds in contact with hydrogen shall be full penetration.

11.3.5. Weld neck flanges shall be used for terminal connections.

11.4 Wet Hydrogen Sulfide Service

When the service is wet hydrogen sulfide service, the following additional requirements shall apply:

11.4.1. Parts in contact with wet hydrogen sulfide shall be killed carbon steel.

11.4.2. Provide 3/16 inch (5 mm) corrosion allowance except for tubing. Post Weld Heat Treatment the shell and the floating head cover.

dengan hidrogen harus berupa *killed carbon steel*.

11.3.2. Sambungan *vent* dan *drain* harus dilengkapi dengan *blind flange* dari kelas dan *facing* yang sama dengan *main inlet nozzle*.

11.3.3. *Girth joint gasket* harus terbuat dari logam *solid* atau *spiral wound* sesuai dengan ASME B16.20, atau *double jacketed graphite filled* sesuai dengan ASME B16.20. *Spiral wound gasket* harus dilengkapi dengan *stainless steel winding* dan *flexible graphite filler*. Untuk tekanan desain di atas 500 psig (35 kg/cm²(g)), *gasket* dilengkapi dengan *stainless steel inner ring*. Untuk temperatur desain diatas 800°F (430°C), digunakan material *stainless steel* tipe 321 atau 347.

11.3.4. Pengelasan yang berhubungan dengan hidrogen di las dengan penetrasi penuh.


11.3.5. Sambungan terminal menggunakan *weld neck flange*.

11.4 Operasi Hidrogen Sulfida Basah

Ketika layanan adalah operasi hidrogen sulfida basah, persyaratan tambahan berikut harus berlaku:

11.4.1. Komponen yang mengalami kontak dengan hidrogen sulfida harus berupa *killed carbon steel*.

11.4.2. *Corrosion allowance material* sebesar 3/16 inchi (5 mm) kecuali untuk *tube*. *Post Weld Heat Treatment* dilakukan untuk *shell* dan *floating head cover*

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-STA-GS-0004-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER	Page No. : 43 / 43

11.4.3. Bolts for floating heads and girth flanges shall be continuously threaded. Use ASME SA-193 grade B7M bolts and ASME SA-194 grade 2M nuts.

11.4.3. Baut untuk *floating head* dan *girth flange* harus berulir secara kontinyu. Baut menggunakan *material* ASME SA-193 grade B7M dan *nut* menggunakan ASME SA-194 grade 2M.