

**PERANCANGAN KONSTRUKSI PIPA DENGAN PENAMBAHAN
JUMPER LINE UNTUK MENAMBAH FEED GAS
DI PT PERTASAMTAN GAS DENGAN METODE HOT TAPPING**



TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang**

Disusun :

Widya Permono

2002220507.P

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2023

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



TUGAS AKHIR

PERANCANGAN KONSTRUKSI PIPA DENGAN PENAMBAHAN
JUMPER LINE UNTUK MENAMBAH FEED GAS
DI PT PERTASAMTAN GAS DENGAN METODE HOT TAPPING

Disusun :

WIDYA PERMONO

2002220507.P

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing,

Dosen Pembimbing I

Ir. ISKANDAR HUSIN, MT.

Dosen Pembimbing II

Ir. ABDUL MUIN, MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Ir. H. M. LAZIM, MT.

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



TUGAS AKHIR

PERANCANGAN KONSTRUKSI PIPA DENGAN PENAMBAHAN
JUMPER LINE UNTUK MENAMBAH FEED GAS
DI PT PERTASAMTAN GAS DENGAN METODE HOT TAPPING

Disusun :

WIDYA PERMONO

2002220507.P

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui

Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin,

Ir. H. M. LAZIM, MT.

Dosen Pembimbing I,

Ir. ISKANDAR HUSIN, MT.

Dosen Pembimbing II,

Ir. ABDUL MUIN, MT

Disahkan Oleh :

Dekan,



Ir. ZULKARNAIN FATONI, MT., MM.

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN KONSTRUKSI PIPA DENGAN PENAMBAHAN JUMPER LINE UNTUK MENAMBAH FEED GAS DI PT PERTASAMTAN GAS DENGAN METODE HOT TAPPING

Disusun :

WIDYA PERMONO

2002220507.P

Telah Diuji Dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana
Pada Tanggal 16 Maret 2023

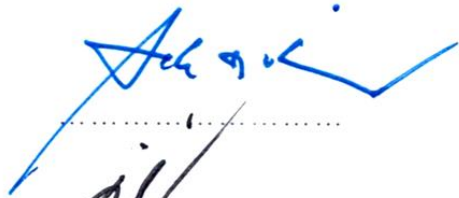
Tim Penguji,

Nama:

Tanda Tangan :

1. Ketua Tim Penguji

Ir. Sukarmansyah, MT



2. Penguji 1

Ir. Zulkarnain Fatoni MT, MM



3. Penguji 2

Ir. H. M. Lazim, MT



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Widya Permono
NIP : 2002220507.P
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir berjudul

Perancangan Konstruksi Pipa dengan Penambahan Jumper Line Untuk Menambah Feed Gas di PT Pertasamtan Gas dengan Metode Hot Tapping

adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam tugas akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya tugas akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan tugas akhir dan gelar yang saya peroleh dari tugas akhir tersebut.

Palembang, 1 April 2023

yang membuat pernyataan



Widya Permono

NIM. 2002220507.P

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Widya Permono
NIM : 2002220507.P
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Noneksklusif (*non eksklusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perancangan Konstruksi Pipa dengan Penambahan Jumper Line Untuk Menambah Feed Gas di PT Pertasamtan Gas dengan Metode Hot Tapping

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang
Tanggal, 1 April 2023

Yang menyatakan,



Widya Permono
NIM. 2002220507.P

Persembahan :

Tulisan ini kupersembahkan untuk kedua Orang Tuaku, Mertua, Isteri, Anak-anakku, dan Saudara-saudaraku, yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun materiil demi selesainya tulisan ini. Tiada kata yang dapat kuucapkan selain syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT, terima kasih kepada semua keluarga dan teman-teman .

Motto :

“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak.” -*Ralph Waldo Emerson*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT tak henti hentinya diucapkan, karena atas rahmat dan hidayah-Nya tugas akhir ini dapat selesai dengan baik. Banyak hambatan dan rintangan yang terjadi selama menyusun tugas akhir ini. Walaupun demikian semua merupakan tantangan yang harus dihadapi.

Tugas akhir yang berjudul **“Perancangan Konstruksi Pipa dengan Penambahan Jumper Line Untuk Menambah Feed Gas di PT Pertasamtan Gas dengan Metode Hot Tapping”** dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Strata Satu di Universitas Tridinanti Palembang.

Meskipun penyusunan tugas akhir ini telah selesai, tetap di sadari tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi materi, penyajian maupun bahasanya. Oleh karena itu sangat diharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, perkenankanlah untuk menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, MP., selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang
3. Bapak Ir. H. M. Lazim, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang
4. Bapak Martin Luther King, ST., MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang
5. Bapak Ir. Iskandar Husin, MT., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Abdul Muin, MT., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Sasut Analar Valianta, ST. M.Kom., selaku Pembimbing Akademik yang telah membantu dan memberikan masukan pada proses penyusunan tugas akhir ini.

8. Seluruh Staf Dosen Pengajar dan Karyawan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang
9. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin yang telah membantu menyelesaikan setiap persoalan saat penulis hadapi.

Akhir kata dengan kerendahan hati, semoga tugas akhir dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, 1 April 2023
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Persetujuan Skripsi	iii
Lembar Pengesahan Penguji Skripsi	iv
Lembar Pernyataan Orisinalitas Skripsi	v
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi	vi
Lembar Persembahan dan Motto	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Lampiran.....	xvii
Daftar Simbol.....	xviii
Daftar Konversi Satuan.....	xix
Abstrak.....	xx

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Maksud dan Tujuan Perancangan	2
1.5. Manfaat Perancangan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Produksi LPG	4
2.2 Komponen-komponen Sistem Perpipaan	9
2.2.1 Pipa	9
2.2.2 Flange	10
2.2.3 Katup/valve.....	13
2.2.4 Sambungan (fitting)	14
2.2.5 Gasket.....	15
2.3 Hot Tapping	16
2.3.1 Perhitungan Ketebalan Minimum <i>Hot Tapping Point</i>	17
2.3.2 Perhitungan tekanan operasi maksimum pada pipa existing.....	17
2.3.3 Perhitungan penentuan diameter pipa Jumper Line.....	19
2.3.4 Perhitungan ketebalan pipa	20
2.3.5 Perhitungan kekuatan las	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Penelitian	23
3.2. Metode Penelitian	24
3.3. Alat dan Bahan	24
3.4. Desain perancangan Jumper Line	28
3.5. Prosedur Hot Tapping	30
3.5.1 Penggalan.....	30
3.5.2 Pencegahan.....	30
3.5.3 Persiapan Pada Pipa Existing.....	30

3.5.4	Persiapan Pemasangan Split Tee.....	31
3.5.5	Pengelasan Memanjang/Longitudinal Welding.....	31
3.5.6	Pengelasan Melingkar (Circumferential Welding).....	32
3.5.7	Pengetesan Hasil Pengelasan.....	32
3.5.8	Pengetesan Hasil Pengelasan.....	33
3.6.	Tempat dan Waktu	34

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA

4.1.	Data Parameter	35
4.2.	Perhitungan dan analisa	36
4.2.1.	Perhitungan minimum ketebalan pipa pada titik Hot Tapping	36
4.2.2.	Perhitungan tekanan maksimum pada saat Hot Tapping.....	38
4.2.3.	Perhitungan dan analisa diameter pipa.....	39
4.2.3.1.	Perhitungan diameter minimum pipa.....	40
4.2.3.2.	Perhitungan diameter maksimum pipa.....	40
4.2.3.3.	Perhitungan kecepatan/velocity.....	41
4.2.3.4.	Perhitungan Reynold Number.....	42
4.2.3.5.	Perhitungan Friction factor.....	43
4.2.3.6.	Perhitungan drop pressure.....	44
4.2.4.	Perhitungan dan analisa ketebalan pipa.....	45
4.2.5.	Penentuan rating flange.....	47
4.3	Perhitungan dan analisa Pengelasan Hot Tapping	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	53
------	------------------	----

5.2. Saran53

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan <i>Feed gas</i>	5
Table 2.2 Kuat Ulur spesifik dan Faktor Sambungan	18
Tabel 2.3 Kekuatan kawat las	21
Tabel 3.1 Material pemasangan Jumper Line	26
Tabel 3.2 Material perpipaan yang umum dipergunakan	27
Tabel 4.1. Data operasional	35
Tabel 4.2 Data spesifikasi pipa	35
Tabel 4.3 Data pengukuran ketebalan aktual pipa titik hot Tapping	35
Tabel 4.4 Ketebalan minimum dan Tekanan maksimum Hot Tapping	39
Tabel 4.5 Tabel perhitungan kecepatan/velocity	42
Tabel 4.6. Perhitungan reynold number	43
Tabel 4.7. Perhitungan Friction Factor	44
Tabel 4.8. Perhitungan Drop Pressure	45
Tabel 4.9 Data ketebalan pipa	46
Tabel 4.10 Penentuan rating flange	47
Tabel 4.11 Perhitungan tegangan pada dinding pipa	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur proses produksi LPG PT. Pertasantan Gas	4
Gambar 2.2 Skema Proses <i>Extraction Plant</i>	5
Gambar 2.3 <i>Flowsheet Extraction Plant</i> PT Perta-Samtan Gas	8
Gambar 2.4 Seamless pipe.....	9
Gambar 2.5 Butt-welded pipe	10
Gambar 2.6 Spiral welded pipe	10
Gambar 2.7 Flange 20.....	11
Gambar 2.8 Blind flange.....	11
Gambar 2.9 Weld neck flange	12
Gambar 2.10 Slip on flange	12
Gambar 2.11 Threaded flange	12
Gambar 2.12 Gate valve	13
Gambar 2.13 Ball valve	13
Gambar 2.14 Globe valve	14
Gambar 2.15 Fitting elbow	14
Gambar 2.16 Fitting straight dan reducing tee	15
Gambar 2.17 Gasket ring	15
Gambar 2.18 Skema Hot Tapping	19
Gambar 2.19 Contoh penyambungan pipa dengan Hot Tapping	19
Gambar 2.20 Posisi tegangan dalam sambungan Hot Tapping	22
Gambar 3.1. Diagram Perancangan	23

Gambar 3.2 Ultrasonic Thikness Gauge	24
Gambar 3.3 Desain Jumper Line	28
Gambar 3.4 Titik Hot Tapping Jumper Line pada pipa 16”	29
Gambar 3.5 Titik Hot Tapping Jumper Line pada pipa 12”	29
Gambar 4.1 Pengelasan split tee	48

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar split Tee 12”	L1
Gambar split Tee 16”	L2
Split Tee Assembly	L3
Perhitungan kedalaman mesin bor Hot Tapping	L4
Surat Keputusan Bimbingan Skripsi	L5
Form Kartu Konsultasi Bimbingan Skripsi	L6
Surat Biodata Mahasiswa Prasadang	L7
Surat Keterangan Izin Pembimbing Skripsi Untuk Prasadang	L8
Lembar Persetujuan Perbaikan Prasadang Skripsi	L9
Surat Keterangan Izin Pembimbing Skripsi Untuk Sidang Sarjana	L10
Surat Biodata Mahasiswa Sidang Sarjana	L11
Permohonan Mengikuti Sidang Sarjana	L12
Lembar Persetujuan Perbaikan Sidang Sarjana	L13
Surat Pernyataan Bebas Plagiat	L14

DAFTAR SIMBOL

μG	: Gas viscosity (cP)
Di	: Diameter dalam Pipa (inch)
Do	: Diameter luar nominal pipa (inch)
D_J	: Diameter pipa jumper line (Inch)
$D_{split\ tee}$: Diameter dalam pipa split tee
E	: Faktor sambungan memanjang / longitudinal
F	: Faktor design tipe konstruksi
F	: Friction factor
P	: Tekanan Operasi (psi)
Pmax	: Tekanan maksimum hot tapping (psi)
Q	: Flow rate (MMSCFD)
Re	: Reynold number
S	: Kuat ulur yang diijinkan (psi)
SF	: Safety Factor 60%
Sy	: Kuat ulur spesifikasi (psi)
T	: Faktor penurunan suhu
t aktual	: Tebal dinding aktual pipa (inch)
T_{gas}	: Temperature gas 95 °F = 555 °R
t kritis	: 60% dari t aktual
t min	: Tebal dinding minimal pipa (inch)
t pipe	: Tebal dinding pipa jumper line
t split tee	: Tebal dinding aktual split tee
V	: Gas velocity (fps)
Z	: Gas Compressibility
σ_t	: Tegangan tarik
$\bar{\sigma}_{ijin}$: Tegangan tarik yang diijinkan
ρ_g	: Density Gas (lb/cuft)
S_g	: Specific gravity gas

DAFTAR KONVERSI SATUAN

MMSCFD	Million Standard Cubic Feet per Day (gas)	1 MMSCFD = 1180 m ³ /h
Fps	Feed per Second	1 Fps = 0.3048 m/s
Cuft	Cubic Feet	1 cuft = 0.0283168 m ³
Psi	Pound per Square Inch	1 psi = 0.070307 kg/cm ²
Inch	Inch	1 Inch = 25.4 mm
cP	Sentipoise	1 cP = 1 mPa·s

ABSTRAK

Kapasitas produksi dari peralatan yang terpasang adalah 250 MMSCD. Dikarenakan terus menurunnya pasokan gas (Feed Gas) maka untuk saat ini pasokan Feed gas hanya sebesar 180 MMSCFD atau sekitar 72 % dari kapasitas produksi. Untuk menaikkan kembali Feed gas diperlukan jumper line dari pipa sumber lain. Pemasangan jumper line menggunakan metode Hot Tapping. Hot Tapping adalah salah satu cara penyambungan pipa dengan membuat pencabangan, dimana pada saat dilaksanakan penyambungan, aliran gas pada pipa existing tidak dihentikan. Posisi pencabangan yang dibuat pada pipa bisa dipasang secara mendatar, tegak lurus, atau miring dengan sudut tertentu, disesuaikan dengan kondisi di sekitar pipa existing tersebut. Dalam metode hot tapping perlu dilakukan analisa dan perhitungan yang mendalam dikarenakan terjadi pengelasan pada pipa yang masih dialiri gas. Perhitungan berdasarkan ASME B31.8, API 5E. Perhitungan dimulai dari penentuan titik hot tapping, perhitungan ketebalan minimum aktual pipa dibandingkan dengan nilai perhitungan. Perhitungan maksimal tekanan yang diperbolehkan pada saat pengelasan. Perhitungan kekuatan las pada bagian split tee. Perhitungan diameter, schedule, dan rating pipa jumper line. Hasil perhitungan inilah yang nantinya akan menentukan bisa tidaknya dilakukan penyambungan dengan metode hot tapping.

Kata kunci : Hot Tapping, Jumper Line, Pengelasan, Pipa

ABSTRACT

The production capacity of the installed equipment is 250 MMSCD. Due to the continued decline in gas supply (Feed Gas), for now the feed gas supply is only 180 MMSCFD or around 72% of production capacity. To raise the feed gas again, a jumper line from another source pipe is needed. Installation of jumper line using the Hot Tapping method. Hot Tapping is a way of connecting pipes by making branches, where when the connection is carried out, the flow of gas in the existing pipe is not stopped. The position of the branching made on the pipe can be installed horizontally, vertically, or obliquely at a certain angle, according to the conditions around the existing pipe. In the hot tapping method, it is necessary to carry out in-depth analysis and calculations because welding occurs in pipes that are still flowing with gas. Calculation based on ASME B31.8, API 5E. The calculation starts from determining the hot tapping point, calculating the actual minimum thickness of the pipe compared to the calculated value. Calculation of the maximum allowable pressure at the time of welding. Calculation of the strength of the weld on the split tee section. Calculation of diameter, schedule, and rating of jumper line pipes. The results of this calculation will determine whether or not a connection can be made using the hot tapping method.

Keywords : Hot tapping, jumper line, welding, pipe

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Pertasamtan Gas (PSGAS) di Indonesia merupakan sebuah perusahaan yang berdiri sejak 7 Mei 2008, yang merupakan anak perusahaan dari PT Pertamina Gas. Perusahaan ini dimiliki oleh PT Pertamina dan Samtan co.Itd dengan pembagian nilai saham sebesar 66% dan 34%. Perusahaan ini memproduksi LPG (Liquified Petroleum Gas). PT Pertasamtan Gas resmi beroperasi sejak tahun 2013, memiliki dua plant yang berlokasi di Sungai Gerong Palembang dan Prabumulih, yaitu Fractionation Plant dan Extraction Plant. Extraction Plant atau kilang ekstraksi merupakan kilang pertama yang mengolah gas atau minyak bumi yang bersumber dari SKG-10 (stasiun compressor gas) sebelum diproses oleh Fractionation Plant di sungai gerong yang akhirnya akan menjadi sebuah produk yaitu gas LPG

Kapasitas produksi dari peralatan yang terpasang adalah 250 MMSCD. Dikarenakan terus menurunnya pasokan gas (Feed Gas) maka untuk saat ini pasokan Feed gas hanya sebesar 180 MMSCFD atau sekitar 72 % dari kapasitas produksi..

Oleh karena itu untuk mendapatkan tambahan pasokan Feed Gas maka penulis mencoba untuk melakukan **“Perancangan Konstruksi Pipa dengan Penambahan Jumper Line Untuk Menambah Feed Gas di PT Pertasamtan Gas dengan Metode Hot Tapping”**

Pemasangan jumper line ini diharapkan bisa menambah Feed Gas sebesar 35 MMscfd dan penambahan produk LPG sekitar 87.5 Mton/hari.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada bagian ini, yaitu :

- a. Dapatkah pemasangan Jumper line dengan metoda Hot Tapping dilaksanakan tanpa menghentikan proses produksi gas?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ada dalam perancangan ini yaitu sebagai berikut :

- a. Perancangan jumper line pada kontruksi pipa di PT Pertasamtan gas Prabumulih.
- b. Perhitungan dan analisa berdasarkan data dan parameter yang diambil dilapangan. PT Pertasamtan gas Prabumulih.
- c. Proses perancangan jumper line dengan metode hot tapping tidak membahas unsur atau struktur material dari logam pipa dan valve
- d. Metode pengelasan terbatas hanya pada penyambungan Hot Tapping

1.4 Maksud dan Tujuan Perancangan

Maksud dan tujuan pada perancangan ini adalah agar :

- a. Mendapatkan hasil perhitungan dan Analisa untuk pemasangan jumper line dengan metode Hot Tapping.

- b. Memberikan solusi untuk penambahan Feed gas di kilang PT Pertasamtan Gas.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan ini adalah :

- a. Mempersiapkan proses pemasangan jumper line
- b. Mengaplikasikan teori-teori yang diperoleh di Program studi Teknik Mesin dengan tuntutan lapangan kerja

DAFTAR PUSTAKA

1. Philip L. Skousen, Valve Hand Book, Third Edition, The McGraw_Hill Companies, Inc, 2011
2. Sugeng. 2014. Jenis-Jenis Fitting pada Pipa. Diunduh dari <http://www.idpipe.com>
3. Santoso, T.H.A. Diktat Sistem Perpipaan, 2007
4. Nursyahid M.S. ILMU PIPA - Mengenal Fungsi, Jenis-jenis Pipa Dan Komponennya, 2015
5. Hartoyo, Ery. 2012. Jenis-jenis Valve. Diunduh dari <https://eryhartoyo.wordpress.com>
6. Roy A. Parisher & Robert A. Rhea, Pipe Drafting and Design, second Edition, Gulf Professional Publishing, 2002
7. The American Society of Mechanical Engineers B-16.5, 2017. Pipe Flanges and Flanged Fittings: NPS ½ through NPS 24. New York: The American Society of Mechanical Engineers
8. The American Society of Mechanical Engineers B-31.8, 2003. Gas Transmission and Distribution Piping System. New York: The American Society of Mechanical Engineers
9. The American Society of Mechanical Engineers B-36.10, 2015. Welded and Seamless Wrought Steel Pipe. New York: The American Society of Mechanical Engineers
10. American Welding Society AWS A5.1, 2012. Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding. American Welding Society