

**Perancangan Mesin *Automatic Seal Tape Wrapper* untuk Katup Tabung  
*Liquefied Petroleum Gas* dengan Metodologi VDI 2206**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

**Ditulis oleh:**

Dwiky Maulana Atmadji

221421005



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERANCANGAN MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR**

**POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**Perancangan Mesin *Automatic Seal Tape Wrapper* untuk Katup Tabung  
*Liquefied Petroleum Gas* dengan Metodologi VDI 2206**

Oleh:

Dwiky Maulana Atmadji  
221421005

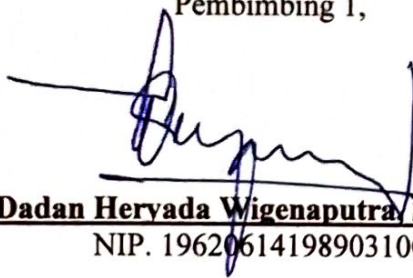
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 5 Agustus 2025


Disetujui,

Pembimbing 1,



**Dadan Heryada Wigenaputra, S.T., M.T**  
NIP. 196206141989031002

Pembimbing 2,



**M. Rizal Ardiansyah, S.Tr.T., M.T**  
NIP. 199808252024061001

Disahkan,

Ketua Penguji,



**Muhammad Aditya Royandi, S.Tr., M.Sc., Ph.D**  
NIP. 199411122024062001

Penguji 1,



**Widya Prapti Pratiwi, S.T., MT**  
NIP. 199002202022032006

Penguji 2,



**Nia Nuryanti Permata, M.Pd**  
NIP. 198101082005012003

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

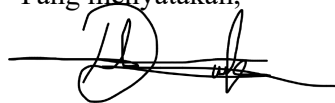
Nama : Dwiky Maulana Atmadji  
NIM : 221421005  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma IV  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul karya : Perancangan Mesin *Automatic Seal Tape Wrapper* untuk Katup Tabung *Liquefied Petroleum Gas* dengan Metodologi VDI 2206

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya:

Dibuat di : Bandung  
Pada Tanggal : 7 Agustus 2025  
Yang menyatakan,



Dwiky Maulana Atmadji  
221421005

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dwiky Maulana Atmadji  
NIM : 221421005  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma IV  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul karya : Perancangan Mesin *Automatic Seal Tape Wrapper* untuk katup Tabung *Liquefied Petroleum Gas* Dengan Metodologi VDI 2206

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada Tanggal : 7 Agustus 2025  
Yang menyatakan,



Dwiky Maulana Atmadji  
221421005

## **MOTTO PRIBADI**

*Hidup adalah perjalanan penuh tantangan dan peluang. Belajarlah tanpa henti, bersabarlah dalam proses, dan terus berusaha meski hasilnya belum terlihat. Setiap kegagalan adalah pelajaran, dan setiap impian membutuhkan kerja keras. Jadilah pribadi yang rendah hati, bijaksana, dan bermanfaat bagi orang lain.*

*Berlombalah dalam kebaikan, karena setiap langkah kecil yang penuh makna akan membawa dampak besar. Jangan biarkan kesempatan berlalu tanpa memberi manfaat, dan teruslah bersaing untuk menjadi pribadi yang lebih baik setiap hari. Kebaikan tidak hanya untuk diri sendiri, tetapi juga untuk membawa perubahan positif bagi orang lain dan lingkungan sekitar.*

*Tantangan bukanlah penghalang, melainkan kesempatan untuk tumbuh dan menjadi lebih kuat. Setiap rintangan yang dihadapi adalah langkah menuju pemahaman yang lebih dalam tentang diri sendiri. Jangan takut untuk menghadapi kesulitan, karena di balik setiap ujian, ada potensi untuk berkembang dan meraih hal yang lebih besar.*

*“Seribu Teman Terlalu Sedikit, Satu Musuh Terlalu Banyak!”*

*Berani bermimpi, berani bertindak.*

~ Dwiky Maulana Atmadji ~

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

Alhamdulillah, Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahuwata'ala*, atas rahmat dan karunia-Nya. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barangsiapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barangsiapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan karya tulis pada pelaksanaan Tugas Akhir dengan judul “PERANCANGAN MESIN *AUTOMATIC SEAL TAPE WRAPPER* UNTUK KATUP TABUNG *LIQUEFIED PETROLEUM GAS* DENGAN METODOLOGI VDI 2206”. Karya tulis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV) di Politeknik Manufaktur Bandung (POLMAN Bandung) tahun ajaran 2024-2025 dan sebagai bentuk penerapan ilmu yang telah didapatkan penulis selama masa perkuliahan.

Terselesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberi bantuan moril dan material baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Orang Tua penulis yaitu Ibunda tercinta Nuryati dan Ayah Agus Hartono, serta Kakak dan Adik yang selalu memberikan do'a, motivasi, dukungan untuk keberhasilan dan keselamatan penulis dunia akhirat
2. Bapak Dadan Heryada Wigenaputra, S.T., M.T. dan Bapak Muhammad Rizal Ardiansyah, S.Tr.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan

waktu untuk membimbing dan membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.

3. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, S.S.T., M.T., IPM.
4. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Ibu Dinny Indrian, S.Tr., M.T.
5. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur yang telah banyak memberikan ilmu yang nantinya *inshaAllah* penulis manfaatkan untuk kepentingan umat, bangsa, dan negara.
6. Kepada para sahabat dan rekan seiman yang senantiasa mengingatkan akan kebenaran dan mengingatkan akan kesabaran.
7. Seluruh rekan perjuangan DEC angkatan 2021 khususnya, dan POLMAN Bandung Angkatan 2021 umumnya.
8. Serta seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah *Subhanahuwata'ala* senantiasa memberikan balasan limpahan rahmat dan karunia-Nya atas segala kebaikan yang telah diberikan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. *Aamiin Ya Robbal Alamin.*

Bandung, 7 Agustus 2025

Dwiky Maulana Atmadji

## ABSTRAK

*Seal tape* merupakan bahan tambah yang digunakan dalam proses pengikatan terutama drat atau ulir, penggunaannya bertujuan untuk memberikan sifat sumbat, kedap atau *sealing* pada bagian yang terikat. Salah satu kasus penggunaan terdapat di fasilitas pemeliharaan tabung gas dengan izin operasional langsung dari PT Pertamina, yang memiliki kapasitas operasional untuk menangani ribuan tabung *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) setiap harinya, namun proses pemasangan *seal tape* dengan ribuan katup masih dilakukan secara manual, begitu pun pada industri serupa yang menggunakan *seal tape* sehingga dalam permasalahan tersebut menimbulkan beberapa tantangan operasional. Penelitian ini berfokus pada perancangan alat yang digunakan untuk perekatan *seal tape* secara otomatis. Tujuan utamanya adalah optimasi dan efisiensi dalam beberapa aspek, termasuk kecepatan pemasangan, pengurangan beban kerja operator, dan memastikan kualitas dan fungsi *sealing* tetap terjaga dengan baik. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan metode perancangan Persatuan Insinyur Jerman/*Verein Deutsche Ingenieure* 2206 (VDI 2206) dan menggunakan alat bantu perangkat lunak pemodelan 3D Solidworks. Hasil dari perancangan mesin memiliki spesifikasi kecepatan proses 5 – 6 detik per katup dengan kapasitas maksimum hingga 3900 katup per hari. Selain itu juga dihasilkan detail konstruksi berupa gambar kerja dari mesin *automatic seal tape wrapper*.

**Kata kunci:** *Seal Tape, Katup LPG, Automatic Sealing, Wrapper Machine, VDI 2206*

## **ABSTRACT**

*Seal tape is an additional material used in the binding process, especially for threads or screws. It is used to provide a plug, seal or sealing property to the bound parts. One application example is found in gas cylinder maintenance facilities with direct operational permits from PT Pertamina, which has the operational capacity to handle thousands of Liquefied Petroleum Gas (LPG) cylinders daily. However, the process of applying seal tape to thousands of valves is still done manually, as is the case in similar industries that use seal tape, leading to several operational challenges. This research focuses on the design of a tool used for automatic seal tape application. The primary objective is to optimise and enhance efficiency in several aspects, including installation speed, reduction of operator workload, and ensuring that sealing quality and functionality are maintained effectively. To achieve these objectives, this study employs the German Engineers' Association/Verein Deutsche Ingenieure 2206 (VDI 2206) design method and utilises 3D modelling software Solidworks as a design tool. The design of the machine achieves a process speed of 5–6 seconds per valve with a maximum capacity of up to 3,900 valves per day. Additionally, construction details in the form of working drawings for the automatic seal tape wrapper machine were produced.*

**Keyword: Seal Tape, Valve LPG, Automatic Sealing, Wrapper Machine, VDI 2206**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI) .....	iii
MOTTO PRIBADI .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
<b>I.1 Latar Belakang.....</b>	<b>I-1</b>
<b>I.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>I-4</b>
<b>I.3 Ruang Lingkup.....</b>	<b>I-4</b>
<b>I.4 Tujuan .....</b>	<b>I-5</b>
<b>I.5 Manfaat .....</b>	<b>I-5</b>
<b>I.6 Sistematika Penulisan .....</b>	<b>I-6</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>II-1</b>
<b>II.1 Tinjauan Alat dan Bahan.....</b>	<b>II-1</b>
<b>II.1.1 Seal Tape .....</b>	<b>II-1</b>
<b>II.1.2 Katup LPG .....</b>	<b>II-5</b>
<b>II.1.3 Fasilitas Pemeliharaan Tabung .....</b>	<b>II-9</b>

II.2	Kajian Pustaka.....	II-12
II.2.1	Mesin <i>Wrapping</i> Otomatis .....	II-12
II.2.2	Proses Merekatkan dan Menggulung Pita ( <i>Wrapping</i> ).....	II-13
II.3	Metodologi Perancangan VDI 2206 <i>V-Model</i> .....	II-13
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>III-1</b>
III.1	Tahap Persyaratan Perancangan ( <i>Design Requirement</i> ) .....	III-3
III.2	Tahap Perancangan Sistem dan Domain Spesifik.....	III-4
III.3	Tahap Mengintegrasikan Sistem ( <i>System Integration</i> ) .....	III-6
III.4	Tahap Pembuatan Model dan Analisis Model .....	III-6
III.5	Tahap Pemeriksaan dan Pengujian.....	III-7
III.6	Tahap Produk .....	III-7
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>III-1</b>
IV.1	<b>Persyaratan Perancangan .....</b>	<b>III-1</b>
IV.1.1	Identifikasi masalah .....	III-1
IV.1.2	Pengumpulan Data .....	III-4
IV.1.3	Klarifikasi Tugas.....	III-11
IV.2	<b>Sistem Perancangan dan Domain Spesifik .....</b>	<b>III-13</b>
IV.2.1	Menetapkan Struktur Fungsi ( <i>Part Function Diagram</i> ) .....	III-13
IV.2.2	Mendefinisikan Sub-Fungsi .....	III-13
IV.2.3	Domain Spesifik.....	III-17
IV.3	<b>Mengintegrasikan Sistem (<i>System Integration</i>).....</b>	<b>III-39</b>
IV.3.1	Implementasi Variasi Konsep Terpilih .....	III-40
IV.3.2	Perhitungan Dan Konfigurasi.....	III-41
IV.3.3	Urutan Fungsi ( <i>Sequence Function</i> ) .....	III-95
IV.3.4	Sistem Kendali Mesin .....	III-97

<b>IV.4 Pembuatan Model</b> .....	III-101
IV.4.1 Struktur Pemodelan.....	III-101
IV.4.2 Fitur Keamanan Mesin.....	III-106
<b>IV.5 Pemeriksaan dan Pengujian</b> .....	III-108
IV.5.1 Efisiensi Kinerja Mesin.....	III-108
IV.5.2 Analisis dan Simulasi Statis.....	III-111
IV.5.3 Analisis dan Simulasi Dinamik.....	III-117
IV.5.4 Pemeriksaan Kesesuaian Daftar Tuntutan .....	III-123
IV.5.5 Perbandingan Dengan <i>Existing Machine (Benchmarking)</i> ....	III-124
<b>IV.6 Pembuatan Produk</b> .....	III-125
IV.6.1 Spesifikasi Mesin Final.....	III-125
IV.6.2 Gambar Kerja.....	III-125
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	V-1
V.1 Kesimpulan .....	V-1
V.2 Saran.....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xx

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 properti umum <i>seal tape</i> .....	II-1
Tabel II.2 <i>grade seal tape</i> [6].....	II-2
Tabel II.3 variasi lebar <i>seal tape</i> dipasaran.....	II-2
Tabel II.4 gambar/visual jenis-jenis katup.....	II-6
Tabel II.5 keterangan ulir katup <i>Gambar II.12</i> .....	II-8
Tabel II.6 visual mesin dan peralatan di BPT.....	II-10
Tabel II.7 daya dan target kapasitas proses pemeliharaan tabung di BPT.....	II-12
Tabel II.8 penjelasan tahapan V-Model ( <i>Gambar II.12</i> ) [19].....	II-14
Tabel IV.1 penjelasan alur proses pemeliharaan tabung.....	III-2
Tabel IV.2 keterangan geometri ulir katup.....	III-6
Tabel IV.3 sifat fisik material PTFE dengan proses ekstrusi ( <i>Lampiran III.1</i> ) .	III-7
Tabel IV.4 panjang penggunaan <i>seal tape</i> pada katup.....	III-8
Tabel IV.5 spesifikasi <i>seal tape</i> .....	III-9
Tabel IV.6 peninjauan <i>existing machine</i> .....	III-10
Tabel IV.7 daftar tuntutan.....	III-11
Tabel IV.8 alternatif prinsip solusi <i>domain mechanical</i> .....	III-18
Tabel IV.9 Penggabungan Prinsip Solusi Domain <i>Mechanical</i> .....	III-20
Tabel IV.10 tabel seleksi.....	III-21
Tabel IV.11 penilaian variasi konsep domain <i>mechanical</i> .....	III-26
Tabel IV.12 alternatif prinsip solusi <i>domain electrical</i> .....	III-27
Tabel IV.13 penggabungan prinsip solusi domain <i>electrical</i> .....	III-29
Tabel IV.14 penilaian <i>domain electrical</i> .....	III-33
Tabel IV.15 penjelasan <i>button</i> pengaturan mode.....	III-36
Tabel IV.16 penjelasan manual <i>button</i> analog.....	III-37
Tabel IV.17 fitur monitoring.....	III-38
Tabel IV.18 <i>dialog box</i> status mesin.....	III-39
Tabel IV.19 estimasi waktu proses mesin.....	III-42
Tabel IV.20 penentuan dan estimasi waktu <i>sequences</i> .....	III-43
Tabel IV.21 estimasi waktu kecepatan isi ulang.....	III-43
Tabel IV.22 kebutuhan <i>roller tape</i> pada katup ½ inch.....	III-44

Tabel IV.23 kebutuhan <i>roller tape</i> pada katup $\frac{3}{4}$ inch .....	III-44
Tabel IV.24 estimasi kecepatan penggulungan.....	III-45
Tabel IV.25 perhitungan konstruksi dudukan <i>seal tape</i> .....	III-49
Tabel IV.26 spesifikasi <i>wave washer</i> terpilih .....	III-50
Tabel IV.27 spesifikasi <i>tumb knurled</i> .....	III-51
Tabel IV.28 perhitungan gaya potong.....	III-54
Tabel IV.29 perhitungan konstruksi pemotong.....	III-55
Tabel IV.30 spesifikasi linear aktuator yang digunakan.....	III-57
Tabel IV.31 berat komponen sistem dudukan.....	III-58
Tabel IV.32 menghitung gaya angkat dudukan <i>seal tape</i> .....	III-59
Tabel IV.33 spesifikasi linear aktuator untuk sistem dudukan .....	III-60
Tabel IV.34 perhitungan sistem pemosisi.....	III-62
Tabel IV.35 parameter perhitungan cam plate.....	III-66
Tabel IV.36 spesifikasi motor stepper sistem pemosisian .....	III-68
Tabel IV.37 hasil data berat komponen didapat.....	III-75
Tabel IV.38 parameter <i>input</i> faktor kerja ( <i>Ka</i> ).....	III-77
Tabel IV.39 beban-beban yang bekerja pada poros .....	III-79
Tabel IV.40 mencari diameter poros nominal.....	III-82
Tabel IV.41 mencari besar kampuh .....	III-86
Tabel IV.42 konfigurasi puli sinkronus .....	III-88
Tabel IV.43 spesifikasi motor <i>stepper</i> sistem penggulungan .....	III-94
Tabel IV.44 sistem kontrol, karakteristik beban, kebutuhan elektrik .....	III-94
Tabel IV.45 penjelasan langkah ( <i>sequences</i> ) .....	III-96
Tabel IV.46 alokasi I/O dan parameter aksi.....	III-99
Tabel IV.47 efisiensi waktu yang didapatkan .....	III-109
Tabel IV.48 efisiensi beban kerja operator .....	III-110
Tabel IV.49 hasil analisis frekuensi alami .....	III-121
Tabel IV.50 pemeriksaan kesesuaian daftar tuntutan .....	III-123
Tabel IV.51 <i>benchmarking</i> .....	III-124
Tabel IV.52 spesifikasi mesin final.....	III-125

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 <i>layout</i> bengkel pemeliharaan tabung .....	I-1
Gambar I.2 posisi katup terpasang pada bagian tabung .....	I-2
Gambar I.3 perekatan <i>seal tape</i> manual .....	I-3
Gambar I.4 cacat dalam perekatan <i>seal tape</i> .....	I-3
Gambar II.1 <i>seal tape roll</i> .....	II-1
Gambar II.2 relasi massa per luas area/densitas/ketebalan .....	II-3
Gambar II.3 proses pembungkusan <i>fitting</i> dengan <i>seal tape</i> .....	II-4
Gambar II.4 <i>fitting</i> yang dihubungkan dengan penambahan <i>seal tape</i> .....	II-5
Gambar II.5 Katup Quick On Kapasitas 3kg .....	II-6
Gambar II.6 Katup Quick On Kapasitas 3Kg - 12Kg .....	II-6
Gambar II.7 Katup handwheel kapasitas 50Kg .....	II-6
Gambar II.8 Bentuk profil ulir NGT .....	II-7
Gambar II.9 visual geometri sambungan ulir katup dan tabung .....	II-8
Gambar II.10 tampilan depan perspektif BPT [10] .....	II-9
Gambar II.11 tampilan dalam BPT .....	II-9
Gambar II.12 <i>V-Shape Model</i> dalam level makro [19] .....	II-14
Gambar II.13 proses produk akan berulang sesuai dengan kebutuhan <i>output</i> [19] .....	II-16
Gambar II.14 contoh peran interdisipliner pada suatu proyek .....	II-17
Gambar III.1 alur metode penelitian yang dilakukan .....	III-3
Gambar IV.1 alur proses pemeliharaan tabung .....	III-1
Gambar IV.2 perekatan <i>seal tape</i> manual di BPT .....	III-5
Gambar IV.3 geometri ulir katup, ukuran ulir (a)1/2-14, (b)3/4-14 .....	III-6
Gambar IV.4 visual katup yang terpasang <i>seal tape</i> .....	III-7
Gambar IV.5 diagram fungsi keseluruhan ( <i>black box</i> ) .....	III-13
Gambar IV.6 struktur sub-fungsi <i>domain mechanical</i> .....	III-14
Gambar IV.7 struktur fungsi <i>domain electrical</i> .....	III-15
Gambar IV.8 struktur fungsi teknologi informasi .....	III-16
Gambar IV.9 variasi konsep kombinasi ke-1 ( <i>domain mechanical</i> ) .....	III-22
Gambar IV.10 3D sketsa variasi konsep kombinasi ke-1 .....	III-22

Gambar IV.11 variasi konsep kombinasi ke-2 ( <i>domain mechanical</i> ).....	III-23
Gambar IV.12 3D sketsa variasi konsep kombinasi ke-2 .....	III-24
Gambar IV.13 variasi konsep kombinasi ke-3 ( <i>domain mechanical</i> ).....	III-24
Gambar IV.14 3D sketsa variasi konsep kombinasi ke-3 .....	III-25
Gambar IV.15 grafik komparasi <i>domain mechanical</i> .....	III-27
Gambar IV.16 variasi konsep kombinasi ke-1 ( <i>domain electrical</i> ) .....	III-30
Gambar IV.17 variasi konsep kombinasi ke-2 ( <i>domain electrical</i> ) .....	III-31
Gambar IV.18 variasi konsep kombinasi ke-3 ( <i>domain electrical</i> ) .....	III-32
Gambar IV.19 Grafik Komparasi VKK <i>electrical</i> .....	III-34
Gambar IV.20 HMI <i>Omron</i> © NB3Q.....	III-35
Gambar IV.21 <i>interface</i> HMI.....	III-35
Gambar IV.22 fitur <i>input</i> data ukuran katup.....	III-36
Gambar IV.23 fitur <i>input</i> data jumlah lapisan .....	III-37
Gambar IV.24 tata letak awal mesin <i>automatic seal tape wrapper</i> .....	III-40
Gambar IV.25 skematik rancangan mesin <i>automatic seal tape wrapper</i> .....	III-41
Gambar IV.26 alur perhitungan mesin.....	III-42
Gambar IV.27 gerak akselerasi dan deselerasi pada motor <i>stepper</i> .....	III-44
Gambar IV.28 skema proses penggulangan.....	III-45
Gambar IV.29 skema dudukan dan pemotong <i>seal tape</i> .....	III-48
Gambar IV.30 skema rancangan dudukan <i>seal tape</i> .....	III-48
Gambar IV.31 konstruksi akhir geometri dudukan <i>seal tape</i> .....	III-53
Gambar IV.32 geometri panjang stroke linear aktuator.....	III-53
Gambar IV.33 pisau potong model-1 .....	III-54
Gambar IV.34 pisau potong model-2.....	III-55
Gambar IV.35 skema pemosisian katup.....	III-61
Gambar IV.36 skema gaya tekan roller.....	III-62
Gambar IV.37 skema putaran <i>cam plate</i> .....	III-64
Gambar IV.38 distribusi gaya <i>cam plate</i> .....	III-65
Gambar IV.39 skema penggerak <i>cam plate</i> .....	III-66
Gambar IV.40 gerak motor <i>stepper</i> fungsi pemosisian.....	III-70
Gambar IV.41 batas gerakkan <i>driven gear</i> .....	III-71

Gambar IV.42 Skema sistem pemutar penggulangan.....	III-72
Gambar IV.43 analisis beban poros .....	III-73
Gambar IV.44 mencari berat komponen/ beban pada titik W dengan <i>solidworks</i> .....	III-74
Gambar IV.45 <i>center of gravity</i> beban titik W .....	III-75
Gambar IV.46 skema perhitungan puli [22] .....	III-78
Gambar IV.47 diagram <i>shear force</i> poros pemutar (N).....	III-80
Gambar IV.48 diagram momen lengkung poros pemutar (Nm).....	III-81
Gambar IV.49 diagram momen lengkung total (Nm).....	III-81
Gambar IV.50 ukuran penampang poros minimum.....	III-83
Gambar IV.51 pengelasan <i>rotary</i> tabel dan poros .....	III-86
Gambar IV.52 profil <i>edge welding</i> .....	III-88
Gambar IV.53 bagian dan alokasi aktuator.....	III-97
Gambar IV.54 <i>step diagram</i> .....	III-98
Gambar IV.55 <i>flowchart</i> sistem kendali mesin.....	III-101
Gambar IV.56 struktur model rancangan mesin .....	III-101
Gambar IV.57 visual poros pemutar .....	III-102
Gambar IV.58 visual sistem pemosisi.....	III-103
Gambar IV.59 visual dudukan seal tape .....	III-104
Gambar IV.60 visual sistem pemotong.....	III-105
Gambar IV.61 visual <i>casing</i> mesin .....	III-105
Gambar IV.62 fitur dan posisi <i>emergency button</i> .....	III-106
Gambar IV.63 fitur tombol on/off.....	III-107
Gambar IV.64 fitur keamanan pintu depan.....	III-107
Gambar IV.65 sistem pengunci pintu depan.....	III-108
Gambar IV.66 <i>handle</i> mesin untuk kemudahan mobilisasi .....	III-108
Gambar IV.67 penumpuan <i>connection</i> poros.....	III-111
Gambar IV.68 pemberian beban .....	III-112
Gambar IV.69 proses <i>meshing</i> .....	III-112
Gambar IV.70 hasil <i>stress</i> analisis.....	III-113
Gambar IV.71 posisi beban pada rangka .....	III-114

Gambar IV.72 beban pada <i>base plate</i> .....	III-115
Gambar IV.73 penumpuan rangka .....	III-115
Gambar IV.74 pembebanan pada rangka .....	III-116
Gambar IV.75 <i>meshing process</i> komponen rangka .....	III-116
Gambar IV.76 <i>stress analysis</i> .....	III-117
Gambar IV.77 penggunaan material .....	III-119
Gambar IV.78 <i>fixture condition</i> .....	III-119
Gambar IV.79 kondisi pembebanan menggunakan fitur <i>remote load</i> .....	III-120
Gambar IV.80 proses <i>meshing</i> sistem.....	III-121
Gambar IV.81 hasil analisis frekuensi mode 1 .....	III-122
Gambar V.1 tampilan 3D model rancangan mesin .....	V-2

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN I	(DATA PENULIS)
LAMPIRAN II	(PENILAIAN)
LAMPIRAN III	(PERHITUNGAN)
LAMPIRAN IV	(KOMPONEN STANDAR)
LAMPIRAN V	(SKEMATIK RANCANGAN)
LAMPIRAN VI	(GAMBAR KERJA)

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

### Daftar Simbol

$v$  = Kecepatan [meter / sekon]

$A$  = Luas Penampang [meter persegi]

$t$  = Waktu [detik]

$g$  = Percepatan Gravitasi Bumi [meter kuadrat / sekon]

$a$  = Percepatan [meter kuadrat / sekon]

$F$  = Gaya [newton]

$T$  = Torsi [newton meter]

$n$  = Putaran [rpm]

$P$  = Daya [watt]

$M$  = Momen [newton meter]

$\sigma$  = Tegangan Bengkok / Tarik / Tekan [MPa]

$\tau$  = Tegangan Geser [MPa]

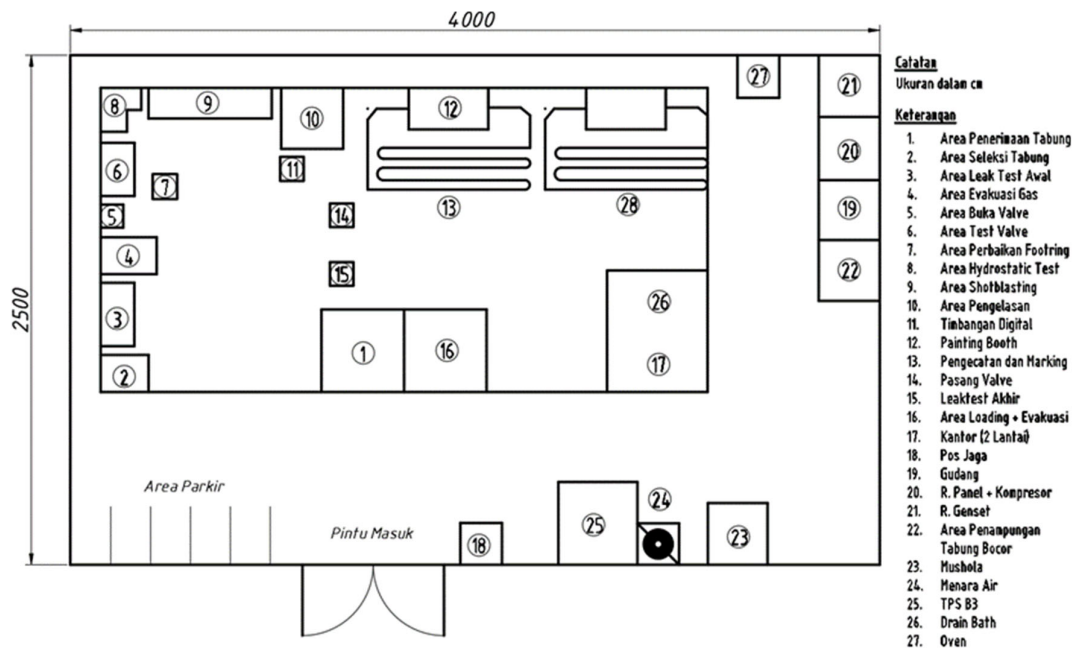
### Daftar Singkatan

BPT	Bengkel Pemeliharaan Tabung
BSN	Badan Standardisasi Nasional
BSPT	<i>British Standard Pipe Taper</i>
LPG	<i>Liquified Petroleum Gas</i>
MMSCF	<i>Million standard cubic feet (Satuan gas)</i>
MMSCFD	<i>Million standard cubic feet per day (Satuan gas)</i>
NGT	<i>National Gas Taper Thread</i>
NPT	<i>National Pipe Taper</i>
PLC	<i>Programmable Logic Control</i>
PSO	<i>Public Service Obligation</i>
PTFE	<i>Politetrafluoroetilena</i>
SNI	Standardisasi Nasional Indonesia
SPBE	Stasiun Pengisian Bulk Elpiji
VDI	<i>Verein Deutscher Ingenieure</i>

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

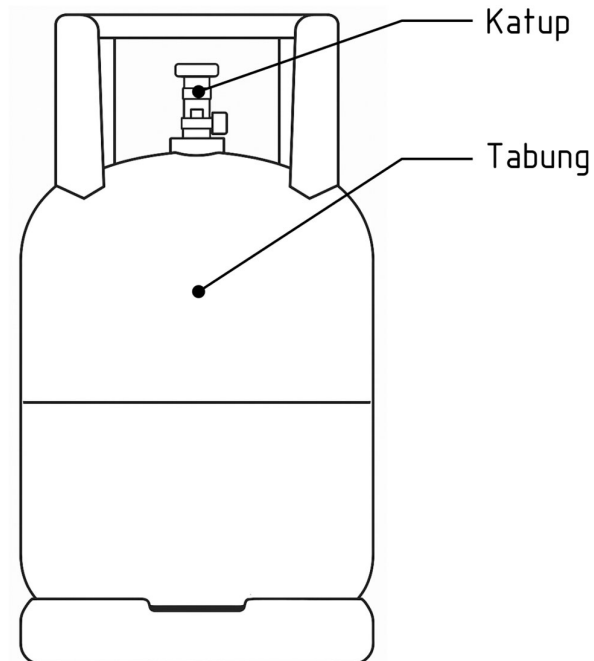
Stasiun Pengisian Bulk Elpiji *Public Service Obligation* (SPBE PSO) merupakan fasilitas yang telah mendapat seluruh persetujuan dan perizinan sesuai ketentuan yang berlaku dan dipersyaratkan oleh Pertamina untuk mengusahakan dan menggunakan SPBE, meliputi kegiatan menerima *Liquified Petroleum Gas* (LPG) dari *supply point* yang ditunjuk Pertamina, menyimpan serta mengisi LPG ke dalam Tabung LPG PSO sesuai ketentuan Pertamina [1]. Adapun Bengkel Pemeliharaan Tabung LPG 3 kg (BPT) yang merupakan fasilitas dan peralatan tempat pelaksanaan pekerjaan *retest*, *repaint*, dan/atau *repair* tabung LPG 3 kg yang diadakan, disediakan, dan dibangun oleh Pihak Kedua yang telah mendapatkan persetujuan dari Pertamina [2]. Keduanya merupakan fasilitas yang memiliki tujuan untuk menangani perbaikan dan pemeliharaan tabung gas curah.



Gambar I.1 layout bengkel pemeliharaan tabung

Dalam operasional proses perbaikan pemeliharaan tabung LPG SPBE dan BPT beroperasi sesuai dengan ketentuan *SNI ISO 9809-1:2019* mencakup pengetesan, perbaikan, dan pemeliharaan yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional

pada tahun 2023. Seperti yang dilihat pada *Gambar I-1* proses penanganan tabung LPG di BPT terdapat beberapa proses, salah satu prosesnya adalah proses pemasangan katup (lihat *Gambar I.1*) No. Pos 14 yang membutuhkan perekatan *seal tape* pada sambungan ulir katup. Standarisasi katup yang digunakan merujuk ke *SNI 15-1591-2008*.



Gambar I.2 posisi katup terpasang pada bagian tabung

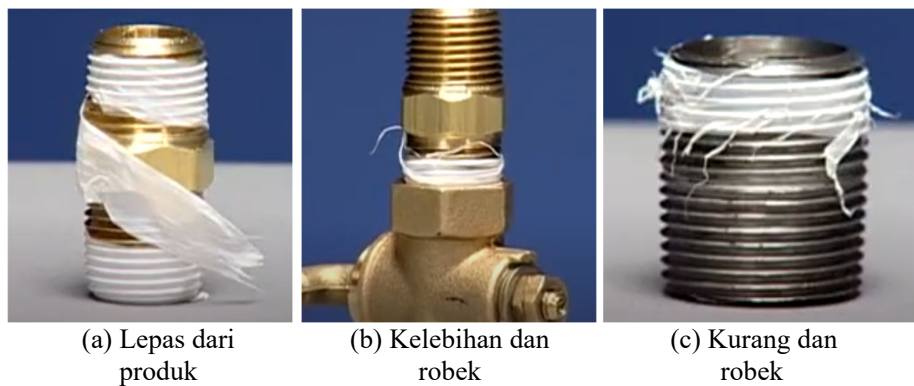
Katup atau *valve* adalah sebuah alat yang dipasang pada tabung seperti pada *Gambar I-2*. Katup berfungsi sebagai penyalur dan penahan gas. Terdapat dua jenis katup yang digunakan berdasarkan *SNI 15-1591-2008* yaitu katup *quick on*, dan katup *handwheel*.

Dalam prosesnya fasilitas pemeliharaan tabung gas di BPT memiliki kapasitas dua ribu lima ratus unit tabung dalam setiap harinya [3]. Selain itu berdasarkan informasi dari kementerian ESDM penggunaan gas diperkirakan kebutuhannya naik 7% dari tahun 2015 hingga tahun 2030. Pada tahun 2025, jumlah kebutuhan gas mencapai 10.557 *million standard cubic feet per day* (MMSCFD) dan tahun 2030 sebesar 11.144 MMSCFD [4]. Peningkatan jumlah pelanggan sejalan dengan kenaikan volume penjualan gas ke pelanggan.



Gambar I.3 perekatan *seal tape* manual

Pada saat ini metode perekatan *seal tape* yang umum digunakan dalam menangani perekatan katup masih dilakukan secara manual dengan wadah *seal tape* yang disebut *spool* dan tangan seperti yang digambarkan pada *Gambar I.3*. Hal ini jika dilakukan dengan kebutuhan masif memberikan beberapa tantangan operasional, sehingga proses perekatan *seal tape* menjadi kurang optimal seperti: arah orientasi rotasi keliru, (a) lepas dari katup, *seal tape* yang kotor, (c) *seal tape* yang robek, (b) penggulungan kurang/ kelebihan, atau inkonsisten hasil perekatan seperti yang ditampilkan *Gambar I.4*.



Gambar I.4 cacat dalam perekatan *seal tape*

Mesin perekat *seal tape* telah tersedia dan dijual di luar negeri, namun dikhawatirkan fungsinya tidak sepenuhnya sesuai dengan kondisi dan kebutuhan di dalam negeri seperti kesulitan mencari suku cadang saat sedang *maintenance*, atau bahan pengisi yang merupakan *seal tape* tidak ada di pasar lokal. Hal tersebut dapat mengakibatkan industri menjadi ketergantungan dan mengharuskan *import* yang menghasilkan biaya tambahan yang lebih mahal.

Melihat adanya kebutuhan dalam permasalahan di atas maka muncul sebuah ide yaitu alat yang dapat mengaplikasi *seal tape* secara otomatis. Mesin ini akan dirancang menggunakan metodologi *Verein Deutscher Ingenieure 2206* (VDI 2206), penggunaan metodologi VDI 2206 dipilih karena kemampuannya dalam memproses pengembangan konsep secara sistematis dengan integrasi adaptronik hingga terpenuhi sistem otomatisnya.

Luaran dari penelitian ini adalah berupa rancangan mesin otomatis ini yang akan memberikan perekatan *seal tape* yang optimal, dan efisiensi dari segi waktu, dan tenaga. Manfaat lain setelah dirancangnya alat ini, industri dalam negeri dapat meningkatkan kemandirian industri, dan mendorong pengembangan teknologi dan inovasi di dalam negeri.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Proses perekatan *seal tape* yang dilakukan secara manual dengan jumlah masif memungkinkan hasil pengaplikasian *seal tape* kurang optimal seperti penggulangan terlalu banyak atau kurang, fungsi *sealing* tak tercapai, dan keliru dalam orientasi penggulangan. Faktor utama yang menyebabkan hal tersebut adalah lelahnya operator.

Berdasarkan pernyataan di atas di dapatkan rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. bagaimana memberikan perekatan *seal tape* secara efisien (menghemat tenaga, dan waktu) dalam memenuhi kebutuhan perekatan ribuan katup,
2. bagaimana merancang mesin perekatan *seal tape* yang bekerja dan beroperasi secara otomatis.

## **I.3 Ruang Lingkup**

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, diberikan ruang lingkup pembahasan untuk perancangan mesin *automatic seal tape wrapper* adalah sebagai berikut:

1. dalam penelitian ini akan dirancang mesin *automatic seal tape wrapper* dan dihasilkan luaran berupa gambar kerja susunan dan gambar kerja komponen, serta dokumentasi teknik lainnya,

2. proses pemecahan masalah dalam perancangan mesin ini digunakan VDI 2206, dan alat bantu pemodelan *software* 3D Solidworks,
3. mesin *automatic seal tape wrapper* akan difokuskan untuk memenuhi perekatan katup tabung LPG,
4. rancangan difokuskan untuk mencapai fungsi utama, dengan melakukan langkah-langkah sistematis pengonsepan pada domain mekanik,
5. rancangan sistem domain elektronik berupa pengonsepan komponen-komponen kendali sesuai dengan fungsi domain elektronik, mekanisme dan cara kerja,
6. perancangan teknologi informatik berupa fungsi dan tampilan *interface* atau analog yang terintegrasi dengan mekanisme melalui alur langkah kerja mesin,
7. tidak dilakukan kajian mengenai biaya pembuatan mesin.

#### **I.4 Tujuan**

Adapun tujuan dalam tugas akhir perancangan *mesin automatic seal tape wrapper* adalah sebagai berikut:

1. merancang mesin *automatic seal tape wrapper* untuk mengoptimalkan perekatan tabung LPG yang awalnya manual menjadi otomatis, dengan memberikan hasil perekatan dengan kualitas terjaga dan konsisten,
2. memberikan efisiensi proses dalam perekatan *seal tape* kapasitas dua ribu lima ratus unit per hari ke ulir katup *SNI 15-1591-2008*,
3. menghasilkan dokumen teknik lengkap, berupa gambar kerja susunan, sub susunan, dan gambar kerja komponen.

#### **I.5 Manfaat**

Manfaat yang akan diberikan dalam penyelesaian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. sebagai referensi untuk memberikan perekatan *seal tape* optimal bagi industri pengguna *seal tape*,
2. sebagai referensi dan informasi bagi pihak yang akan melakukan perancangan sistem perekatan otomatis serupa dengan objek perekat yang berbeda,
3. memberikan kontribusi dalam penelitian dan pengembangan ilmiah.

## **I.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN.** Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA.** Bab ini berisi uraian berbagai teori yang disusun secara sistematis yang dipakai untuk memecahkan masalah dalam perancangan.

**BAB III METODE PENELITIAN.** Pada bab ini terdapat uraian tentang metode dan langkah-langkah penyelesaian masalah, bahan dan materi TA, serta alat yang digunakan.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.** Pada bab ini berisi proses perancangan sesuai dengan metode penelitian yang digunakan, perhitungan kebutuhan spesifikasi komponen. Bab ini juga dibahas ketercapaian perancangan, dengan validasi, dan verifikasi. Serta hasil atau luaran dari pengerjaan proyek.

**BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.** Berisi mengenai kesimpulan ketercapaian tujuan pengerjaan proyek serta saran-saran