

**KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN
MENGUNAKAN METODE *THERMIT* DAN METODE
FLASHBUTT PEMBANGUNAN JALUR KERETA API
DI LINTAS MANDAI – PALANRO**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diploma III

Guna Memperoleh Sebutan

Ahli Madya Manajemen Transportasi Perkeretaapian



DIAJUKAN OLEH :

IRMA YULIANI

NOTAR : 19.03.049

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN
TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
BEKASI
2022**



**KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN
MENGUNAKAN METODE *THERMIT* DAN METODE
FLASHBUTT PEMBANGUNAN JALUR KERETA API
DI LINTAS MANDAI - PALANRO**

KERTAS KERJA WAJIB

**Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Ahli Madya Pada Jurusan Diploma III Manajemen
Transportasi Perkeretaapian**

Diajukan Oleh :

IRMA YULIANI

NOTAR : 19.03.049

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Irma Yuliani

Notar : 19.03.049

Tanda Tangan :

Tanggal : 03 Agustus 2022

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN
MENGGUNAKAN METODE *THERMIT* DAN METODE
***FLASHBUTT* PEMBANGUNAN JALUR KERETA API**
DI LINTAS MANDAI - PALANRO

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

IRMA YULIANI

NOTAR: 19.03.049

Telah disetujui oleh:

Pembimbing



AZHAR HERMAWAN RIYANTO, M.T.

NIP. 19881013 201012 1 003

Tanggal:

Pembimbing



Ir. THERESIA FAJAR PURBOSARI, M.T., M.Sc., IPP

NIP. 19851128 200812 2 001

Tanggal:

KERTAS KERJA WAJIB
KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN
MENGUNAKAN METODE *THERMIT* DAN METODE
***FLASHBUTT* PEMBANGUNAN JALUR KERETA API**
DI LINTAS MANDAI - PALANRO

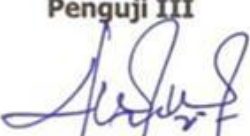
Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

IRMA YULIANI

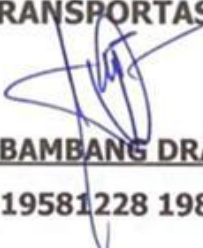
NOMOR TARUNA: 19.03.049

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAI 03 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

DEWAN PENGUJI

Penguji I  <u>Dr. Ir. HERMANTO DWIATMOKO, M.STr</u>	Penguji II  <u>Ir.THERESIA FAJAR P., MT., IPP</u> NIP. 19851128 200812 2 001
Penguji III  <u>AZHAR HERMAWAN R., MT.</u> NIP. 19881013 201012 1 003	Penguji IV  <u>MEGA SURYANDARI, S.SiT., MT.</u> NIP. 19870830 200812 2 002

MENGETAHUI,
KETUA PROGRAM STUDI
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN


Ir. BAMBANG DRAJAT, MM
NIP.19581228 198903 1 002

KERTAS KERJA WAJIB
KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN
MENGUNAKAN METODE *THERMIT* DAN METODE
***FLASHBUTT* PEMBANGUNAN JALUR KERETA API**
DI LINTAS MANDAI - PALANRO

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan

Program Studi Diploma III

Oleh:

IRMA YULIANI

NOMOR TARUNA: 19.03.049

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 03 AGUSTUS 2022

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Pembimbing



AZHAR HERMAWAN RIYANTO, M.T.

NIP. 19881013 201012 1 003

Tanggal:

Pembimbing



Ir. THERESIA FAJAR PURBOSARI, M.T., M.Sc., IPP

NIP. 19851128 200812 2 001

Tanggal:

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGASAKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, saya yangbertanda tangan dibawah ini:

Nama : Irma Yuliani

Notar : 19.03.049

Program Studi : Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapiaan

Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non - exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

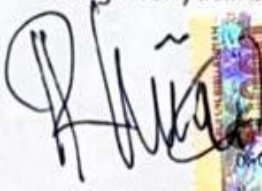
KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN MENGGUNAKAN METODE THERMIT DAN METODE FLASHBUTT PEMBANGUNAN JALAUH KERETA API DI LINTAS MANDAI – PALANRO

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak bebas Royalti Noneklusif ini Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada tanggal : Agustus 2022

Yang menyatakan


(Irma Yuliani)



ABSTRAK

Penyambungan rel atau, pengelasan adalah suatu aktivitas menyambung dua bagian benda dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sehingga menyatu seperti benda utuh, penyambungan ini dilakukan dengan berbagai cara, yang umum digunakan yaitu metode *thermit* dan metode *flashbutt*. Pengelasan Metode *Thermit* merupakan pengelasan rel dilokasi dengan peralatan yang sederhana tetapi dengan hasil las yang baik secara metalurgis menggunakan campuran bubuk aluminium dengan besi oksida yang pada suhu tinggi berubah menjadi alumina dan baja. Sedangkan Metode *Flashbutt* merupakan proses pengelasan resistansi listrik yang digunakan untuk menggabungkan komponen, di mana transfer energi disediakan terutama oleh panas resistansi dari bagian komponen itu sendiri.

Perbandingan penyambungan *Flashbutt* dengan *Thermit*. Penyambungan *flashbutt* menggunakan arus listrik sebesar 35.000 A, Sedangkan *Thermit* menggunakan reaksi kimia. Dari segi kualitas, kekuatan, efisiensi biaya, dan efisiensi waktu, akan tetapi, pengelasan dengan sistem *thermit*, Balai pengelola kereta api tidak harus melakukan pengontrolan secara ketat. Hal itu berbeda dengan *flasbutt* yang harus dikontrol dengan ketat melalui sistem *computer* dan digunakan dalam berbagai aplikasi karena produktivitas dan keandalannya dalam mencapai hasil pengelasan yang solid dan konsisten..

Alur pikir penelitian disusun melalui langkah awal dalam rencana penelitian yaitu pengumpulan data yang diperlukan berkaitan dengan objek yang akan diteliti, baik data kuantitatif maupun kualitatif. Data tersebut terdiri dari data sekunder dan data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan maupun instansi terkait. Perbedaan dari pengelasan rel menggunakan Metode pengelasan *Thermit* dan metode *Flashbutt* dengan prosedur dan cara kerja, Metode *Flashbutt* saat ini bagus setelah Metode *Thermit*, dan untuk jalur kereta api dilintas Mandai – Palanro ini sangat dibutuhkan metode pengelasan *flashbutt* karena lebih efektif dibanding Metode *Thermit*.

Pengerjaan pembangunan jalur rel kereta api dengan menggunakan metode *flashbutt* sebaiknya dikerjakan oleh tiga tim, dan mesin H650 *FBW* yang lengkap serta peralatan lainnya dapat disediakan, Dengan lebih cepatnya pembangunan jalur kereta api maka kereta api akan cepat dioperasikan, dan jumlah titik yang dapat dilas dalam waktu sehari bisa tiga kali lipat lebih banyak jika pengerjaan pengelasan metode *flashbutt* dikerjakan oleh tiga tim. Perlu dilakukan uji non visual terhadap kedua metode sehingga dapat diketahui secara pasti kualitas pengelasan untuk menjamin keselamatan perjalanan kereta api.

Kata Kunci: Pengelasan Rel, Metode *Thermit* dan Metode *Flashbutt*

ABSTRACT

Rail connection or welding is an activity to connect two parts of objects by heating or pressing or a combination of the two so that they unite like a whole object, this connection is done in various ways, which are commonly used the thermit method and the flashbutt method. Thermit method welding is a rail welding on site with simple equipment but with good metallurgical welding results using a mixture of aluminum powder with iron oxide which at high temperatures turns into alumina and steel. While the Flashbutt Method is an electrical resistance welding process used to join components, where the transfer of energy is provided primarily by the resistance heat of the component parts themselves.

Flashbutt splicing comparison with Thermit. The flashbutt connection uses an electric current of 35,000 A, while the Thermit uses a chemical reaction. In terms of quality, strength, cost efficiency, and time efficiency, however, welding with the thermit system, the train management center does not have to strictly control it. This is different from the flashbutt which must be tightly controlled through a computer system and used in various applications because of its productivity and reliability in achieving solid and consistent welding results.

The difference from rail welding using the Thermit welding method and the Flashbutt method with procedures and working methods, the Flashbutt Method is currently good after the Thermit Method, and for the railroad crossing Mandai - Palanro, the flashbutt welding method is needed because it is more effective than the Thermit Method.

The work on the construction of a railroad track using the flashbutt method should be carried out by three teams, and a complete H650 FBW engine and other equipment can be provided. a day can be three times more if the flashbutt welding method is carried out by three teams.

It is necessary to do a non-visual test on both methods so that the welding quality can be ascertained to ensure the safety of train travel.

Keywords: Rail welding, Metode Thermit and Metode Flashbutt

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat, hidayah, dan karunia-Nya atas kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) dengan Judul **“KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *THERMIT* DAN METODE *FLASHBUTT* DI LINTAS MANDAI - PALANRO”** tepat pada waktunya. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Ahmad Yani, ATD., MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD dan jajarannya;
2. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM selaku ketua Program Studi D-III Manajemen Transportasi Perkeretaapian;
3. Bapak Azhar Hermawan Riyanto, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan Kertas Kerja Wajib ini ;
4. Ibu Ir. Theresia Fajar Purbosari, M.T., M.Sc., IPP selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan Kertas Kerja Wajib ini.
5. Kedua orang tua saya, Bapak Agus Mijon dan Ibu Herni Yanti yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta dukungan penuh kepada saya;
6. Seluruh pegawai Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan yang telah memberikan banyak wawasan dan pengalaman kepada saya selama pelaksanaan kegiatan Praktek Kerja magang;
7. Rekan – rekan Tim PKL Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan yang selalu mendukung dan saling kerja sama dalam menyusun laporan ini;
8. Muhammad Glenn Ilyasha yang selalu memberikan semangat dan motivasi;
9. Annisa Hermawan, Tahniah Maryatul Qibtiyah, Maifina Dwi Inda Sari yang selalu memberikan semangat;

10. Rekan-rekan Koprs Riau yang selalu membantu dan memberi semangat dalam penyusunan laporan magang ini;
11. Rekan-rekan angkatan XLI serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan laporan magang ini.

Penyusunan menyadari bahwa dalam laporan magang ini banyak kesalahan yang terjadi dalam penulisan laporan sehingga penulis menerima saran dan masukan dan saya menyadari bahwa laporan magang ini masih harus disempurnakan lagi. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan magang ini. Akhir kata saya harapkan semoga laporan magang ini bermanfaat untuk pembaca, khususnya Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan.

Bekasi, Agustus 2022

Penulis

IRMA YULIANI

NOTAR : 19.03.049

DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	3
I.3 Rumusan Masalah	3
I.4 Maksud dan Tujuan	4
I.5 Batasan Masalah	4
BAB II GAMBARAN UMUM	6
II.1 Kondisi Wilayah Kajian	6
II.2 Kondisi Prasarana Jalan Dan Jembatan Lintas Mandai-Palanro	9
BAB III KAJIAN PUSTAKA	24
III.1 Perkeretaapian	24
III.2 Prasarana Perkeretaapian	24
III.3 Jalan Dan Rel	25
III.4 Pengelasan	25
III.5 Analisis SWOT	35
III.6 Hasil Pemeriksaan Visual Pada Sambungan Pengelasan Metode <i>Thermit</i> Dan Metode <i>Flashbutt</i>	35
BAB IV METODELOGI PENELITIAN	37
IV.1 Alur Pikir Penelitian	37
IV.2 Desain Penelitian	37

IV.3	Bagan Alir Penelitian.....	38
IV.4	Teknik Pengumpulan Data	40
IV.5	Teknik Analisis Data	41
IV.6	Lokasi Dan Jadwal Penelitian.....	41
BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH		42
V.1	Analisis Metode Pengelasan.....	42
V.2	Analisis Kelebihan Kekurangan Kedua Metode.....	46
V.3	Sumber Daya Manusia Pembangunan Jalur Rel Kereta Api Lintas Mandai – Palanro.....	51
V.4	Hasil Pemeriksaan Visual Pada Sambungan Pengelasan Metode <i>Thermit</i> Dan Metode <i>Flashbutt</i>	58
V.5	Perbandingan Kelebihan Dan Kekurangan	60
V.6	Analisis SWOT.....	63
V.7	Pemecahan Masalah	68
BAB VI PENUTUP.....		70
VI.6	Kesimpulan.....	70
VI.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Data Jalur Rel Pada Segmen 1 dan Segmen 2	10
Tabel II. 2	Data Ketersediaan Rel pada Pembangunan Segmen 3	11
Tabel II. 3	Pengerjaan Jalan Rel.....	12
Tabel II. 4	Rencana Pengerjaan Jalan Rel	13
Tabel II. 5	Data Bantalan Pada Segmen 1 dan Segmen 2	14
Tabel II. 6	Data Ketersediaan Bantalan pada Segmen 3	14
Tabel II. 7	Data Penambat Segmen 1 dan Segmen 2.....	17
Tabel II. 8	Data Wesel Dilintas Mandai – Palanro.....	19
Tabel II. 9	Jembatan di Segmen 1 dan 2 Kereta Api Lintas Mandai- Palanro	21
Tabel II. 10	Jembatan yang sedang dibangun pada segmen 3	21
Tabel V. 1	Perbandingan pengelasan di lapangan dan pedoman.....	44
Tabel V. 2	Perbandingan pengelasan di lapangan dan pedoman.....	45
Tabel V. 3	Jumlah titik las yang sudah dikerjakan pada	47
Tabel V. 4	Data Jumlah Wesel Yang Sudah Dikerjakan Dilintas Mandai – Palanro	48
Tabel V. 5	Pemetaan Standar Kompetensi	51
Tabel V. 6	Jabatan dan Jumlah Pegawai.....	56
Tabel V. 7	Jam Kerja Pegawai Pembangunan Jalur Rel Kereta Api	56
Tabel V. 8	Umur Pegawai.....	58
Tabel V. 9	Perbandingan <i>Flashbutt</i> dan <i>Thermit</i>	60
Tabel V. 10	Analisis SWOT.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Peta Administrasi Sulawesi Selatan	7
Gambar II. 2	Grafik Jumlah Penduduk Sulawesi Selatan	8
Gambar II. 3	Peta Lintas Mandai – Palanro	9
Gambar II. 4	Bantalan Beton	14
Gambar II. 5	Penambat jenis e-clip.....	16
Gambar II. 6	Penambat jenis Fastclip (Kupu-kupu).....	17
Gambar II. 7	Jenis – jenis Wesel	19
Gambar II. 8	Wesel Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro.....	21
Gambar II. 9	Jembatan Beton di km 19+250	23
Gambar II. 10	Jembatan baja satu-satunya pada jalur kereta api lintas Mandai-Palanro yang terletak pada km 24+800.....	23
Gambar III. 1	Campuran Thermit.....	27
Gambar III. 2	Proses las <i>thermit</i>	30
Gambar III. 3	Jalur rel pada km 18+500	31
Gambar III. 4	Las <i>Flashbutt</i>	32
Gambar III. 5	Proses Pengelasan <i>Flashbutt</i>	33
Gambar IV.1	Bagan Alir Penelitian.....	39
Gambar V. 1	Hasil Pengelasan Metode <i>Flashbutt</i>	58
Gambar V. 2	Hasil Pengelasan Metode <i>Thermit</i>	59
Gambar V. 3	Proses Pengerjaan Metode Thermit.....	62
Gambar V. 4	Proses Pengerjaan Metode <i>Flashbutt</i>	62

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Transportasi memiliki peranan penting dalam pertumbuhan ekonomi suatu wilayah, terutama wilayah perkotaan. Berfungsi sebagai moda distribusi orang dan barang sampai dengan sebagai penunjang produktivitas masyarakat. Kereta api sebagai salah satu moda transportasi publik, merupakan sarana transportasi yang belakangan ini menjadi alternatif pemilihan moda yang sangat efektif dalam kehidupan masyarakat. Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Menurut UU No. 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapian serta PP No. 56 tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian, menjelaskan bahwa Stasiun memiliki definisi sebagai tempat pemberangkatan, pemberhentian, penyusulan dan persilangan kereta api.

Kota Makassar mempunyai posisi strategis karena berada di persimpangan jalur lalu lintas dari arah selatan dan utara dalam Provinsi Sulawesi Selatan, dari wilayah kawasan Barat ke wilayah kawasan Timur Indonesia dan dari wilayah utara ke wilayah selatan Indonesia. Selain itu, Kota Makassar sendiri berdekatan dengan sejumlah kabupaten yakni sebelah utara dengan Kabupaten Pangkep, sebelah timur dengan Kabupaten Maros, dan sebelah selatan dengan Kabupaten Gowa. Sedangkan sebelah barat berbatasan dengan Selat Makassar.

Dari gambaran umum lokasi dan kondisi geografis Makassar, memberi penjelasan bahwa secara geografis, kota Makassar sangat strategis dilihat dari sisi kepentingan ekonomi maupun politik. Dari sisi ekonomi, Makassar menjadi simpul jasa distribusi yang tentunya akan lebih efisien dibandingkan daerah lain. Sehingga Makassar kurang dikembangkan secara optimal. Dengan mengembangkan Makassar, akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat di

kawasan Timur Indonesia dan percepatan pembangunan. Dengan demikian, dilihat dari sisi letak dan kondisi geografis, Makassar memiliki keunggulan komparatif dibanding wilayah lain di kawasan Timur Indonesia

Jalan rel merupakan jalur kereta api sebagai tempat tumpuan roda dan merupakan salah satu faktor yang mempunyai peranan penting dalam keamanan dan kelancaran pengoperasian kereta api. Untuk mencapai suatu pengoperasian kereta api yang cepat, aman, nyaman, dengan tingkat keselamatan yang tinggi maka kondisi jalan rel harus selalu diperhatikan. Karena alasan transportasi menuju lokasi, biasanya dari pabrik pembuat rel, rel kereta dipotong menjadi rel dengan panjang 25 meter. Untuk meningkatkan kenyamanan penggunaan kereta api yang melintas di atasnya maka rel tersebut disambung.

Penyambungan rel atau, pengelasan adalah suatu aktivitas menyambung dua bagian benda dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sehingga menyatu seperti benda utuh, penyambungan ini dilakukan dengan berbagai cara, yang umum digunakan yaitu metode *thermit* dan metode *flashbutt*. Pengelasan Metode *Thermit* merupakan pengelasan rel dilokasi dengan peralatan yang sederhana tetapi dengan hasil las yang baik secara metalurgis menggunakan campuran bubuk aluminium dengan besi oksida yang pada suhu tinggi berubah menjadi alumina dan baja. Sedangkan Metode *Flashbutt* merupakan proses pengelasan resistansi listrik yang digunakan untuk menggabungkan komponen, di mana transfer energi disediakan terutama oleh panas resistansi dari bagian komponen itu sendiri.

Perbandingan penyambungan *Flashbutt* dengan *Thermit*. Penyambungan *flashbutt* menggunakan arus listrik sebesar 35.000 A, Sedangkan *Thermit* menggunakan reaksi kimia. Dari segi kualitas, kekuatan, efisiensi biaya, dan efisiensi waktu, akan tetapi, pengelasan dengan sistem *thermit*, Balai pengelola kereta api tidak harus melakukan pengontrolan secara ketat. Hal itu berbeda dengan *flasbutt* yang harus dikontrol dengan ketat melalui sistem computer dan digunakan dalam

berbagai aplikasi karena produktivitas dan keandalannya dalam mencapai hasil pengelasan yang solid dan konsisten. Pengelasan rel Metode *Thermit* dan Metode *Flashbutt* Untuk meminimalisir dan tetap menjaga efisiensi waktu, efisiensi biaya, serta mobilitas bisa diterapkan dengan cara menambah tim kerja untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan tidak terlalu lama. Dalam kertas kerja wajib ini akan dibandingkan efisiensi pengelasan rel antara metode *thermit* dengan metode *flashbutt* dari segi prosedur pengelasan, efisiensi waktu, efisiensi biaya, serta mobilitas dari kedua pengelasan. Maka dalam kertas kerja wajib ini diambil judul **"KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN MENGGUNAKAN METODE THERMIT DAN METODE FLASHBUTT DI LINTAS MANDAI – PALANRO."**

I.2 Identifikasi Masalah

Adapun permasalahan yang dapat ditemukan pada Kajian Efisiensi Metode Pengelasan Rel Dengan Menggunakan Metode *Thermit* Dan Metode *Flashbutt* Di Lintas Mandai – Palanro adalah apa saja *factor* yang mendasari perbedaan metode pengelasan ini menjadi tidak efisien di lintas mandai - palanro.

1. Terdapat perbedaan prosedur dan cara kerja metode pengelasan *thermit* dan metode pengelasan *flashbutt* pada pembangunan Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro
2. Untuk metode pengelasan *thermit* dan *flashbutt* belum diketahui tingkat efisiensi dari segi waktu, biaya, dan material pada pembangunan Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro
3. Dalam pekerjaan pengelasan jalan rel belum optimalnya kinerja SDM pada pembangunan Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro

I.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan Identifikasi Masalah diatas didapatkan Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa perbedaan metode pengelasan *thermit* dan metode pengelasan *flashbutt* pada pembangunan Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro?
2. Bagaimana tingkat efisiensi antara metode pengelasan *thermit* dan metode pengelasan *flashbutt* dari segi efisiensi waktu, efisiensi biaya serta mobilitas?
3. Bagaimana cara menentukan belum sesesungguhnya antara kinerja SDM dengan Target penyelesaian pekerjaan pengelasan jalan rel pada proyek pembangunan jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro?

I.4 Maksud dan Tujuan

Adapun Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tentang perbedaan prosedur dan cara kerja dari metode *thermit* dan metode *flashbutt* dan untuk mengetahui tingkat efisien antara metode pengelasan *thermit* dan metode pengelasan *flashbutt* dari segi efisiensi waktu, efisiensi biaya serta mobilitas. Dan Menganalisis kebutuhan tenaga SDM pengelasan jalan rel pada proyek pembangunan Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro.

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbedaan prosedur dan cara kerja dari metode pengelasan *thermit* dan *flashbutt*.
2. Menganalisis efisiensi dari metode *thermit* dan metode *flashbutt* dari segi waktu, biaya, dan material pada pembangunan Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro
3. Mengetahui kinerja SDM dengan Target penyelesaian pekerjaan pengelasan jalan rel pada proyek pembangunan jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro.

I.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang di bahas dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini hanya membahas perbandingan kedua metode pengelasan dari segi yaitu:

1. Efisiensi waktu,
2. Efisiensi biaya,

3. Efisiensi mobilitas,
4. Tidak memperhitungkan terhadap biaya pekerja.

Kemudian dicari metode pengelasan manakah yang lebih efektif digunakan serta dilakukan analisa kinerja SDM pengelasan pada pembangunan Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro.

BAB II

GAMBARAN UMUM

II.1 Kondisi Wilayah Kajian

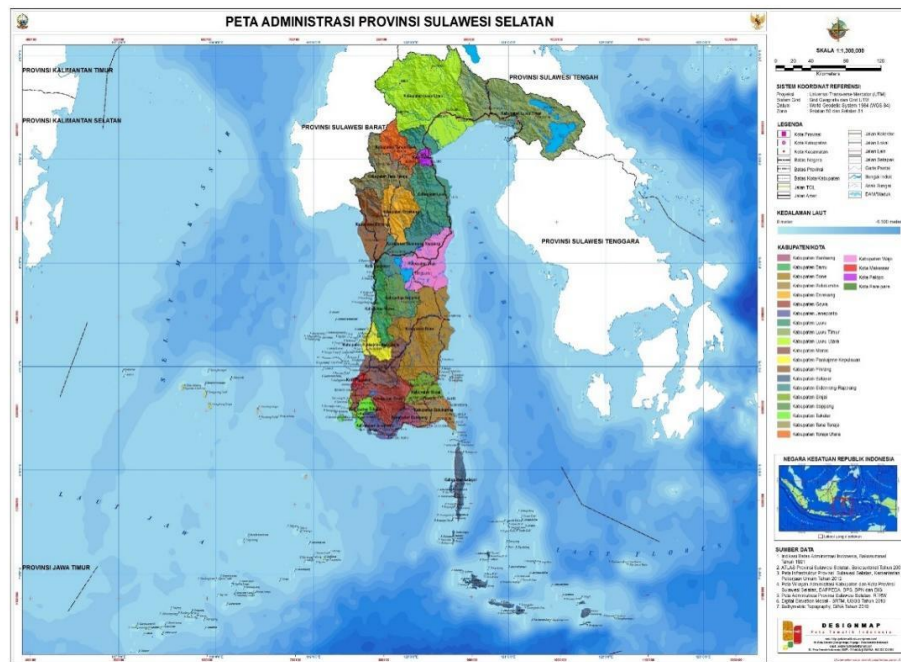
1. Provinsi Sulawesi Selatan

Provinsi Sulawesi Selatan terletak di 0°12' - 8° Lintang Selatan dan 116°48' - 122°36' Bujur Timur dengan luas wilayahnya 46.717,48 km². Topografi Provinsi Sulawesi Selatan membentang dari dataran rendah hingga dataran tinggi, dengan kondisi kemiringan 0 sampai 3 persen merupakan tanah yang relatif datar, 3 sampai dengan 8 persen merupakan tanah yang relatif bergelombang, 8 sampai 45 persen tanahnya curam dan bergunung. Wilayah dataran terluas berada pada 100 hingga 400 meter diatas DPI (Dots Per Inch), dan sebagian merupakan dataran yang berada pada 400 hingga 1000 meter DPI.

2. Kondisi Geografis Provinsi Sulawesi Selatan

Secara geografis, Sulawesi Selatan terletak pada posisi yang sangat strategis, karena berada pada persimpangan jalur lalu lintas penumpang, perdagangan barang dan jasa dari kawasan barat Indonesia (KBI) ke kawasan timur Indonesia (KTI). Oleh karena itu, kawasan ini seringkali juga disebut pintu gerbang Kawasan Timur Indonesia. Letak geografis Provinsi Sulawesi Selatan berbatasan dengan wilayah provinsi lain dengan batas administrasi wilayah sebagai berikut:

1. Sebelah Utara : Provinsi Sulawesi Tengah dan Sulawesi Barat
2. Sebelah Selatan : Laut Flores
3. Sebelah Barat : Selat Makassar
4. Sebelah Timur : Teluk Bone dan Provinsi Sulawesi Tenggara

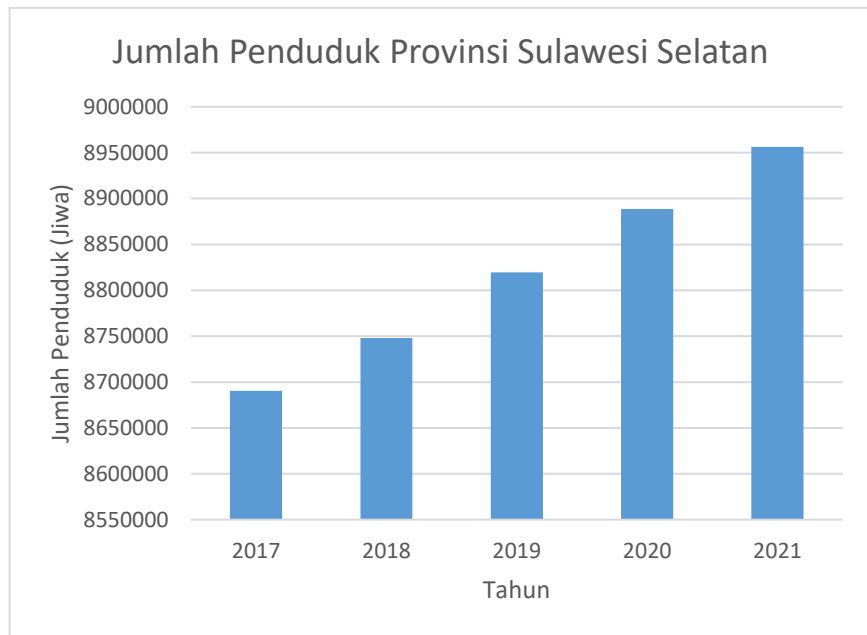


Sumber: <https://petatematikindo.wordpress.com/>

Gambar II.1 Peta Administrasi Sulawesi Selatan

3. Kondisi Demografi Daerah

Kondisi Demografi merupakan salah satu faktor yang cukup penting dalam perkembangan suatu wilayah selain kondisi geografis. Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia dan sekaligus sebagai ibu kota provinsi Sulawesi Selatan. Kota Makassar merupakan kota terbesar keempat di Indonesia dan terbesar di Kawasan Timur Indonesia. Sebagai pusat pelayanan di Kawasan Timur Indonesia (KTI), Kota Makassar berperan sebagai pusat perdagangan dan jasa, pusat kegiatan industri, pusat kegiatan pemerintahan, simpul jasa angkutan barang dan penumpang baik darat, laut maupun udara dan pusat pelayanan pendidikan dan kesehatan. Provinsi Sulawesi Selatan memiliki penduduk paling banyak berada di Kota Makassar, yakni 1,42 juta jiwa. Sementara, Kabupaten Kepulauan Selayar tercatat memiliki jumlah penduduk yang terendah, yakni 137.071 jiwa.



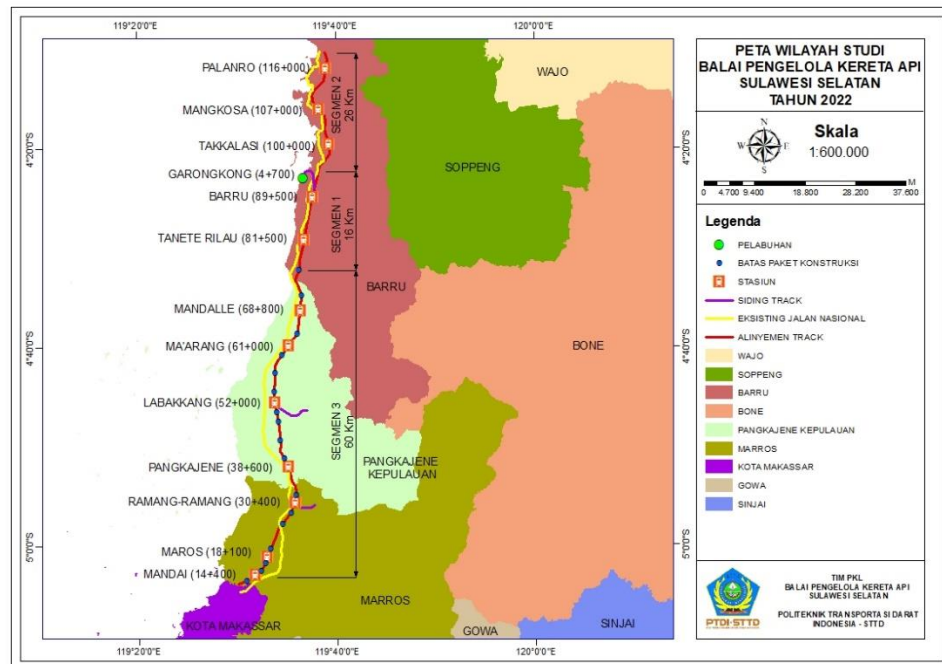
Sumber: <https://sulsel.bps.go.id/>

Gambar II. 2 Grafik Jumlah Penduduk Sulawesi Selatan

Berdasarkan jenis kelamin, sebanyak 4,47 juta atau 50,35% penduduk Sulawesi Selatan berjenis kelamin perempuan. Sedangkan, 4,5 juta atau 49,65% penduduk di provinsi tersebut berjenis kelamin laki-laki. Rasio jenis kelamin penduduk Sulawesi Selatan sebesar 98,59. Artinya, terdapat 98 sampai 99 laki-laki untuk setiap 100 perempuan di Sulawesi Selatan. Rasio jenis kelamin tertinggi terjadi di Kabupaten Tana Toraja, yakni 107,26. Sementara, rasio jenis kelamin terendah ada di Kabupaten Soppeng, yakni 92,88. Sejalan dengan perkembangan kota Makassar, kegiatan ekonomi juga semakin pesat kontribusi yang cukup signifikan membangun perekonomian Kota Makassar yaitu sektor perdagangan, hotel dan restoran, diikuti oleh sektor industri pengolahan, sektor pengangkutan dan komunikasi, sektor jasa-jasa. Sedangkan sektor lainnya meliputi sektor pertambangan, pertanian, bangunan, listrik, dan gas.

II.2 Kondisi Prasarana Jalan Dan Jembatan Lintas Mandai-Palanro

1. Jalur Kereta Api



Gambar II. 3 Peta Lintas Mandai – Palanro

Jalur atau lintas Kereta Api yang terdapat di Sulawesi Selatan masih dalam tahap pembangunan, untuk pembangunan Lintas Mandai-Palanro. Panjangnya 102 Km tetapi untuk tahap saat ini yang sudah dikerjakan sekitar 66,8 Km yang berada di Maros, Tanete Rilau sampai Palanro dan termasuk *siding track* Pelabuhan Grongkong. Rel yang digunakan di Lintas Mandai – Palanro memiliki lebar 1435mm dan jenis R60.

a. Rel

Fungsi rel antara lain:

1. Menerima beban dari roda serta mendistribusikan beban ke bantalan.
2. Sebagai alat penghantar arus listrik untuk lintas kereta api.
3. Menyediakan permukaan mendatar secara menerus dalam keadaan berkelok ataupun lurus untuk gerakan dari kereta api.
4. Memandu arah jalannya kereta api.

5. Meneruskan seluruh beban kereta api ke area yang luas pada tubuh ban melalui bantalan dan balas.
6. Memikul tekanan vertikal akibat beban kereta api (termasuk gaya akibat energi termal dan akibat pengereman).
7. Mengarahkan roda ke lateral, dengan gaya horizontal melintang yang bekerja pada kepala rel didistribusikan pada tumpuan atau bantalan.
8. Menjadi permukaan halus untuk dilewati dengan gaya adhesinya rel mendistribusikan gaya-gaya pengereman dan percepatan.

Jenis rel berdasarkan beratnya, yaitu:

1. R.25, artinya setiap 1 meter rel beratnya 25 kilogram.
2. R.33, artinya setiap 1 meter rel beratnya 33 kilogram.
3. R.41, artinya setiap 1 meter rel beratnya 41 kilogram.
4. R.42, artinya setiap 1 meter rel beratnya 42 kilogram.
5. R.50, artinya setiap 1 meter rel beratnya 50 kilogram.
6. R.54, artinya setiap 1 meter rel beratnya 54 kilogram.
7. R.60, artinya setiap 1 meter rel beratnya 60 kilogram.

Jenis rel berdasarkan panjangnya, yaitu:

1. Rel standar, rel dengan panjang 25 meter per batang.
2. Rel pendek, rel dengan panjang 100 meter per batang.

Rel panjang, rel pendek yang disambung dengan cara pengelasan. Panjangnya minimal 200 meter

Tabel II. 1 Data Jalur Rel Pada Segmen 1 dan Segmen 2

NO	SEGMENT	PANJANG (KM)	JENIS REL				
			R.60	R.54	R.42/R.41	R.33	R.25
1	1 (Kab. Barru)	16,1	1288 batang	-	-	-	-
2	2 (Kab. Barru)	26	2080 batang	-	-	-	-
TOTAL		42,1	3368 batang	-	-	-	-

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Tabel II. 2 Data Ketersediaan Rel pada Pembangunan Segmen 3

Lokasi	KM	Panjang (km)	Jenis Rel (Batang)				
			R.60	R.54	R.42/41	R.33	R.25
Segmen 3	14+000 - 15+500	1,5	120	-	-	-	-
	15+500 - 18+500	3	240	-	-	-	-
	18+500 - 22+500	4	320	-	-	-	-
	22+500 - 26+000	3,5	280	-	-	-	-
	26+000 - 29+600	3,6	288	-	-	-	-
	29+600 - 32+600	3	240	-	-	-	-
	32+600 - 36+600	4	320	-	-	-	-
	36+600 - 40+400	3,8	304	-	-	-	-
	40+400 - 44+100	3.7	296	-	-	-	-
	44+100 - 49+100	5	400	-	-	-	-
	49+100 - 52+300	3,2	422	-	-	-	-
	52+300 - 56+500	4,2	336	-	-	-	-
	56+500 - 60+500	4	320	-	-	-	-

Lokasi	KM	Panjang (km)	Jenis Rel (Batang)				
			R.60	R.54	R.42/41	R.33	R.25
	60+500 - 66+500	6	543	-	-	-	-
	66+500 - 71+900	5,4	500	-	-	-	-
	71+900 - 74+125	2,225	178	-	-	-	-
Total		60,125	5.107	-	-	-	-

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Pada kereta api lintas Mandai-Palanro, menggunakan jenis rel R.60 yang artinya setiap satu meter panjang rel beratnya 60 kilogram. Lebar sepur yang digunakan yaitu 1435 mm, karena direncanakan kereta api dengan kecepatan tinggi.

Tabel II. 3 Pengerjaan Jalan Rel

No	PEKERJAAN	KM
1	Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai –Palanro Palanro - Barru	Km 116+000 s/d Km 89+500
2	Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai –Palanro Barru - P.Garongkong	Km 89+500 s/d Km 4+700
3	Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai - Palanro Barru - Tanete Rilau	Km 89+500 s/d Km 81+500
4	Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai - Palanro Maros(Depo)	Km 18+100

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Tabel II. 4 Rencana Pengerjaan Jalan Rel

PAKET	ITEM PEKERJAAN	PANJANG TRACK (M)	TARGET
CT.410	MTT	44+100 s/d 49+100	5 Juli- 7 Agustus 2022
	Las Flashnutt		
	HTT		
	Track Laying		
	Setting Bantalan		
	Balas		13-27 Juni 2022
	Ecer Rel		
	Ecer Bantalan		
	Subballast		
	Subrage		
	Fondation		

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Tabel diatas merupakan Rencana Pengerjaan Jalan Rel dan Peralatan yang digunakan disaat pengelasan rel dikerjakan dalam pembangunan jalur kereta api Lintas Mandai – Palanro.

b. Bantalan

Untuk bantalan yang digunakan di Lintas Mandai - Palonro seluruhnya menggunakan bantalan beton, baik untuk jalur raya maupun pada wesel.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar II. 4 Bantalan Beton

Berikut adalah data jumlah bantalan yang tersedia di lintas Mandai–Palanro

Tabel II. 5 Data Bantalan Pada Segmen 1 dan Segmen 2

NO	SEGMENT	JENIS BANTALAN		
		BETON	BAJA	BESI
1	1 (BARRU)	26.833 batang	-	-
2	2 (BARRU)	43.334 batang	-	-
Total		70.167 batang		

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Tabel II. 6 Data Ketersediaan Bantalan pada Segmen 3

Lokasi	KM	Jenis Bantalan (Batang)		
		Beton	Baja	Kayu
Segmen 3	Km. 14+000 - Km.15+500	2.501	-	-
	Km. 15+500 - Km.	5.002	-	-

Lokasi	KM	Jenis Bantalan (Batang)		
		Beton	Baja	Kayu
	18+500			
	Km. 18+500 - Km. 22+500	6.667	-	-
	Km. 22+500 - Km. 26+000	5.834	-	-
	Km. 26+000 - Km.29+600	6.001	-	-
	Km. 29+600 - Km. 32+600	5.001	-	-
	Km. 32+600 - Km. 36+600	6.668	-	-
	Km. 36+600 - Km. 40+400	6.334	-	-
	Km. 40+400 - Km. 44+100	6.167	-	-
	Km. 44+100 - Km. 49+100	8.334	-	-
	Km. 49+100 - Km. 52+300	5.333	-	-
	Km. 52+300 - Km. 56+500	7.002	-	-
	Km. 56+500 - Km. 60+500	6.669	-	-
	Km. 60+500 - Km. 66+500	10.003	-	-
	Km. 66+500 - Km. 71+900	9.002	-	-
	Km. 71+900 - Km. 74+125	3.710	-	-
Total	100.228			

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

c. Penambat

Pada umumnya jenis penambat yang digunakan di Lintas Mandai–Palanro sudah menggunakan penambat jenis elastis seperti pandrol e-clip dan fastclip. Untuk jalur raya menggunakan jenis e-clip, sedangkan wesel menggunakan jenis fastclip.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar II. 5 Penambat jenis e-clip



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar II. 6 Penambat jenis Fastclip (Kupu-kupu)

Tabel II. 7 Data Penambat Segmen 1 dan Segmen 2

NO	SEGMENT	JENIS PENAMBAT	
		PANDROL (e-clip)	KAKU
1	1	107.332 buah	-
2	2	173.336 buah	-
Total		280.668 buah	

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

d. Wesel

Wesel yaitu konstruksi rel kereta api yang bersimpangan (bercabang) tempat memindahkan jurusan jalan kereta api. Wesel terdiri atas sepasang rel yang ujungnya diruncingkan sehingga dapat melancarkan perpindahan kereta api dari satu jalur ke jalur lainnya dengan menggeser bagian rel yang runcing.

Komponen wesel terdiri dari:

- 1) Lidah wesel

Lidah wesel merupakan komponen wesel yang dapat bergerak. Lidah wesel dalam posisinya diikat oleh kopel pengikat lidah wesel supaya jarak antara lidah dapat terjaga dengan baik pada saat diam ataupun saat berbalik. Lidah wesel dapat digerakkan ke kiri dan ke kanan (secara horizontal), hingga bilah lidah menempel dengan baik pada rel lantak.

Jenis-jenis lidah wesel:

- (a) Lidah berputar, yaitu lidah wesel yang mempunyai engsel di akarnya.
- (b) Lidah berpegas, yaitu lidah wesel yang akarnya dijepit sehingga dapat melentur.

Pada ujung lidah dapat digeser untuk menempel pada rel lantak dan menekannya sehingga dapat mengarahkan jalannya kereta api, yaitu dari rel lurus ke rel lurus, dari rel lurus ke rel bengkok, atau dari rel bengkok ke rel lurus.

2) Jarum dan sayap

Untuk memberikan kemungkinan flens roda kereta api berjalan melalui perpotongan rel dalam wesel. Sudut lancip yaitu sudut yang dibentuk sepur belok dan sepur lurus, disebut juga sudut simpang arah. Supaya flens roda bisa lewat, maka di rel depan ujung jarum wesel harus terputus. Kemungkinan turunnya roda ke arah bawah pada saat roda berada di atas terputusnya rel dicegah oleh sayap.

Jenis jarum wesel antara lain:

- (a) Jarum kaku dibaut (*bolted rigid frogs*), terbuat dari potongan-potongan rel standar yang dibaut.
- (b) Jarum rel pegas (*spring rail frogs*).
- (c) Jarum baja mangan cor (*cast manganese steel frogs*), dipakai untuk lintas dengan tonase beban yang besar atau frekuensi operasi tinggi.
- (d) Jarum keras terpusat (*hard center frogs*)

3) Rel paksa

Rel paksa dipasang dengan jarum dan sayapnya. Saat roda kereta api berada di ujung jarum (di atas terputusnya rel) kemungkinan keluarnya roda kereta api dijaga oleh rel paksa. Rel paksa dibuat dari rel

biasa yang kedua ujungnya dibengkokkan ke dalam. Rel paksa sisi luarnya biasanya dibaut pada rel lantak dengan menempatkan blok pemisah diantaranya. Untuk wesel yang dipakai untuk kereta api kecepatan tinggi, rel paksa ditambah pada bantalan dengan menggunakan alat penambat.

4) Rel lantak

Rel lantak berfungsi sebagai tempat tumpuan lidah wesel sehingga penambatan pada rel lantak harus selalu dalam keadaan baik.

Jenis-jenis wesel:

(a) Wesel Biasa

- (1) Wesel biasa kiri
- (2) Wesel biasa kanan

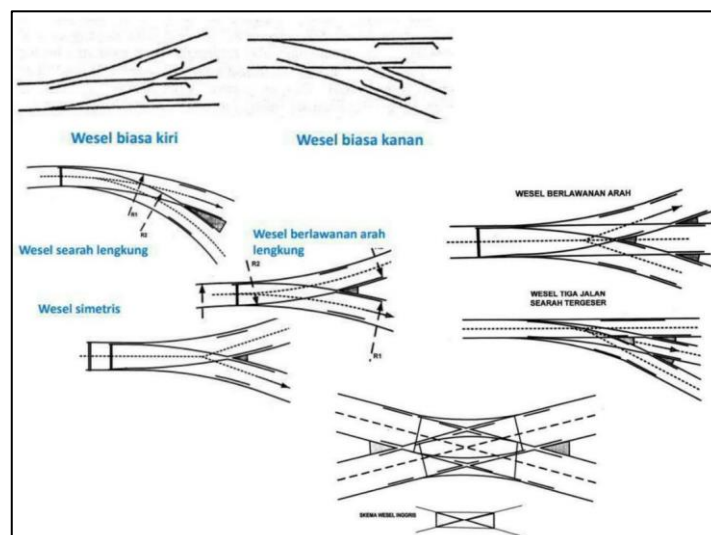
(b) Wesel dalam lengkung

- (1) Wesel searah lengkung
- (2) Wesel berlawanan arah lengkung
- (3) Wesel simetris

(c) Wesel tiga jalan

- (1) Wesel berlawanan arah
- (2) Wesel tiga jalan searah bergeser

(d) Wesel inggris



Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Gambar II. 7 Jenis – jenis Wesel

Tabel II. 8 Data Wesel Dilintas Mandai – Palanro

No	Lokasi	KM	Jumlah Wesel					
			1:8	1:10	1:12	1:14	1:16	1:18
1	St. Mandai	14+400	-	-	4	-	-	-
2	St. Maros	18+100	-	-	8	-	-	-
3	St. Rammang- rammang	30+400	-	-	7	-	-	-
4	St. Pangkajene	38+600	-	-	6	-	-	-
5	St. Labakkang	52+000	-	-	7	-	-	-
6	St. Ma'rang	61+000	-	-	4	-	-	-
7	St. Mandalle	68+800	-	-	4	-	-	-
8	St. Tanete Rilau	81+500	-	-	8	-	-	-
9	St. Barru	89+500	-	-	7	-	-	-
10	St. Takkalasi	100+000	-	-	4	-	-	-
11	St. Mangkoso	107+000	-	-	4	-	-	-
12	St. Palanro	116+000	-	-	4	-	-	-
13	Depo Maros	18+300	-	-	6	-	-	-

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Pada jalan rel kereta api Makassar-Parepare wesel yang digunakan wesel sudut 1:12, wesel dengan kecepatan izin 45 km/jam.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar II. 8 Wesel Jalur Kereta Api Lintas Mandai – Palanro

e. Jembatan

Jembatan adalah suatu kesatuan konstruksi yang terbuat dari kayu, baja, beton, dan konstruksi lain yang menghubungkan tepi sungai, jurang dan lainnya. Untuk mengetahui secara rinci jenis jembatan dan jumlahnya pada lintas Mandai-Palanro, bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel II. 9 Jembatan di Segmen 1 dan 2 Kereta Api Lintas Mandai-Palanro

No.	Titik Jembatan (km)	Bentang (m)	Jenis Jembatan
1	76+625	50	Beton
2	83+200	100	Beton
3	90+500	40	Beton
4	98+350	50	Beton
5	104+425	50	Beton
6	107+675	40	Beton
7	115+000	40	Beton
8	125+90	60	Beton

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Selain jembatan yang sudah jadi seperti pada tabel III.6, ada juga jembatan yang sedang dibangun yaitu pada segmen 3, dijabarkan dalam tabel berikut:

Tabel II. 10 Jembatan yang sedang dibangun pada segmen 3 lintas Mandai - Palanro

No	Titik Jembatan (km)	Bentang (m)	Jenis
1	17+100	30	Beton
2	17+298	30	Beton
3	17+500	30	Beton

No	Titik Jembatan (km)	Bentang (m)	Jenis
4	19+250	100	Beton
5	21+750	30	Beton
6	24+800	60,2	Baja
7	26+065	26	Beton
8	29+100	100	Beton
9	31+778	20	Beton
10	32+450	40	Beton
11	32+710	60	Beton
12	34+140	40	Beton
13	37+800	30	Beton
14	42+000	100	Beton
15	45+490	20	Beton
16	49+480	20	Beton
17	49+825	20	Beton
18	52+200	20	Beton
19	52+990	20	Beton
20	54+850	60	Beton
21	56+640	30	Beton
22	57+660	20	Beton
23	59+120	20	Beton
24	62+070	40	Beton
25	72+75	40	Beton

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar II. 9 Jembatan Beton di km 19+250



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar II. 10 Jembatan baja satu-satunya pada jalur kereta api lintas Mandai-Palanro yang terletak pada km 24+800

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

III.1 Perkeretaapian

Menurut UU No.23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian, Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Dalam Undang – undang No. 23 Tahun 2007 bahwa perkeretaapian diselenggarakan dengan tujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib, dan teratur, efisiensi serta menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, pendorong, dan penggerak pembangunan nasional.

Perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi memiliki karakteristik dan keunggulan khusus terutama dalam kemampuan untuk mengangkut, baik orang maupun barang secara massal, menghemat energy, menghemat penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi, memiliki tingkat pencemaran yang rendah, serta lebih efisien dibandingkan dengan moda transportasi jalan untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah yang padat lalu lintasnya, seperti angkutan perkotaan (Undang – undang No.23 Tahun 2007). Menurut UU No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api. Pada dasarnya kereta api adalah suatu moda angkutan darat yang terdiri dua bagian penggerak yang disebut lokomotif dan unit pembangkit atau gerbong.

III.2 Prasarana Perkeretaapian

Menurut UU No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, prasarana perkeretaapian adalah jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan,

yaitu: 1. Jalur Kereta Api Adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api. 2. Jalan rel merupakan suatu satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, dibawah, dan diatas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api. 3. Fasilitas operasi kereta api merupakan segala fasilitas yang diperlukan agar kereta api dapat dioperasikan sesuai dengan fungsinya. Menurut PM 67 Tahun 2012, jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api.

III.3 Jalan Dan Rel

Menurut Sri Atmaja (2015), struktur jalan rel merupakan suatu konstruksi yang direncanakan sebagai prasarana atau infrastruktur perjalanan kereta api. Konstruksi jalan rel merupakan suatu sistem struktur yang menghimpun komponen-komponennya seperti rel, penambat, bantalan, penambat, dan lapisan fondasi serta tanah dasar secara terpadu dan disusun dalam sistem konstruksi dan analisis tertentu untuk dapat dilalui kereta api secara aman dan nyaman. Rel merupakan batangan baja longitudinal yang berhubungan secara langsung dan memberikan pedoman dan tumpuan terhadap pergerakan roda kereta api secara berterusan. Oleh karena itu, rel juga harus memiliki nilai kekakuan tertentu untuk menerima dan mendistribusikan beban roda kereta api dengan baik.

III.4 Pengelasan

Menurut DIN (*Deutsche Industrie Normen*) pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Dalam proses penyambungan ini

adakalanya disertai dengan tekanan dan material tambahan. Menurut Alip, (1989), pengelasan adalah suatu aktivitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa atau tanpa dengan bahan tambah. Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat pengelesan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah sehingga memiliki kekuatan seperti yang dikehendaki. Menurut Maman, (2001), pengelasan adalah salah satu cara menyambung dua logam secara permanen dengan menggunakan tenaga panas.

Menurut *American Welding Society*, (1989), Pengelasan adalah proses penyambungan logam atau non logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan disambung hingga temperatur las dan dilakukan dengan cara menggunakan tekanan, dan tanpa menggunakan logam pengisi.

Menurut Harsono, (1991), pengelasan adalah sebuah ikatan karena adanya proses metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa pengertian las adalah sebuah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Menurut Suharto, (1991), pengelasan merupakan pekerjaan menyambung dua logam atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik di atas atau di bawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta di tambah atau tanpa logam pengisi.

Menurut Harsono, (1991), pengelasan rel kereta api, terdapat tiga metode pengelasan, yaitu metode *thermit*, metode *flashbutt*, dan metode elektroda. Selain itu terdapat juga cara lain untuk memasang rel, yaitu dengan cara memasang plat sambung.

1. *Thermit*

a. Spesifikasi Bahan

Thermit adalah komposisi piroteknik dari bubuk logam dan oksida logam, yang menghasilkan reaksi aluminothermic dikenal

sebagai reaksi *thermit*. Kebanyakan jenis-jenisnya tidak meledak, tetapi dapat membuat semburan pendek dari suhu yang sangat tinggi terfokus pada wilayah yang sangat kecil pada waktu yang singkat.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar III. 1 Campuran *Thermit*

Komposisi yang terdapat dalam *thermit* dapat bermacam-macam. Energi yang sering digunakan dapat berasal dari aluminium, magnesium, kalsium, titanium, seng, silikon, dan boron. Pengoksidasinya dapat berupa boron(III) oksida, silikon(IV) oksida, kromium(III) oksida, mangan(IV) oksida, besi(III) oksida, besi(II, III) oksida, tembaga(II) oksida, dan timbal(II, III, IV) oksida. Yang paling umum adalah *thermit* aluminium-besi (III) oksida.

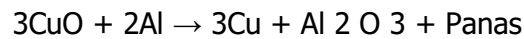
Karena aluminium sangat reaktif, aluminium mereduksi oksida logam yang lain, paling sering oksida besi, reaksinya adalah:



Produk yang dihasilkan ini adalah aluminium oksida, membebaskan unsur besi (berupa besi cair), dan membebaskan sejumlah besar panas. Reaktan yang biasa digunakan adalah berupa bubuk dan dicampur dengan bahan untuk menyimpan bahan yang padatan dan mencegah pemisahan.

Reaksi ini digunakan untuk metode *thermit* yang sering digunakan untuk penyambungan rel kereta api. Oksida logam

lain dapat digunakan, seperti kromium oksida, untuk menghasilkan logam dasar. Tembaga *thermit*, menggunakan oksida tembaga, digunakan untuk membuat sambungan listrik dalam proses yang disebut *cadwelding*.



Thermit dengan partikel ukuran nano dijelaskan melalui berbagai istilah, seperti komposit antar molekul meta stabil, superthermite nanothermite, dan nano composite bahan energik. Nano-thermit atau "*thermit* super" digolongkan sebagai ledakan. Campuran *thermit* dan belerang menghasilkan *thermit* yang menurunkan titik leleh besi itu kontak bila bereaksi dengan membentuk sebuah sistem eutektik. Hal ini berguna untuk memotong baja. Dan memudahkan pelaksanaan pengelasan rel dilokasi dengan peralatan yang sederhana tetapi dengan hasil las yang baik secara metalurgis, menggunakan campuran bubuk aluminium dengan besi oksida yang pada suhu tinggi berubah menjadi alumina dan baja, pelaksanaan berlangsung ± 15 menit.

b. Cara Kerja

Proses pengelasan *thermit* yang diambil berasal dari pengelasan pada lintas Mandai – Palanro.

Prosedur pelaksanaan :

- a) Kedua ujung rel diluruskan
- b) Cetakan dipasang pada sambungan
- c) Tungku dipasang, campuran dimasukkan
- d) Rel dipanaskan dengan Burner gas propane sampai 900 °C
- e) Campuran dalam tungku dinyalakan
- f) Tungku dan cetakan dilepaskan
- g) Sisa las dipahat dan digerinda

Adapun langkah kerjanya pengelasan sebagai berikut:

1. Cara kerja di lapangan :

- (1) Bersihkan permukaan rel yang akan dilas dengan karat, sisik atau material lainnya.

- (2) Jarak antara rel (celah) pada sambungan rel 24 – 26 mm.
 - (3) Alinyemen vertical – horizontal maksimum 1 mm untuk mistar ukur 1 m'.
- a) Persiapan cetakan (*mould*) dan tempat peleburan
- (1) Pemasangan penjepit cetakan pada rel yang ditambat kaku.
 - (2) Penyetelan cetakan (*mould*) yang baik pada sisi-sisi rel maupun bagian bawah rel. penutup sambungan antara cetakan dengan rel dipakai bahan pasta (bahan khusus) sedalam 25 mm dikelilingi sambungan. Bersihkan dahulu tempat peleburan dan diatur lubang pengeluaran tepat diatas cetakan dan dapat berputar 1800. Masukkan bahan peleburan pada *crucible* dan pasang penutup pada peleburan.
- b) Pemanasan pendahuluan (*preheating*)
- (1) Pemanasan pendahuluan dapat dipakai dengan Oxy Propano, brandernya ditempat pada *mould*
 - (2) Semburan dari pemanasan dilaksanakan semburan warna nyala api biru
 - (3) Pemanasan pendahuluan dilaksanakan 4 – 5 menit
- c) Pelaksanaan pengelasan
- (1) Posisi lubang tempat peleburan tepat pada posisi *mould*/cetakan dan nyalakan penyulut.
 - (2) Setelah cairan logam mulai mengalir pada *mould*/cetakan dan sampai pada cairan logam membeku (± 30 detik) segera disingkirkan *crucible*.
 - (3) Pembongkoran cetakan dilaksanakan striping pada kepala rel sesudah di las.
 - (4) Penggurindaan dilakukan pada permukaan rel ssehingga kepala rel bila diukur dengan rel panjang 1 m tidak terjadi penyimpangan
- d) Perapihan kembali

Tempatkan kembali rel pada bantalan dan tempatkan kembali pengikat – pengikat rel. Periksa alinyemen rel baik vertical maupun horizontal. Kereta Api tidak boleh lewat sebelum rel mendingin sampai 37,5 °C. Sebagai *finishing* /akhir pekerjaan pengelasan akan diadakan pengetesan dengan ultrasonic yang akan ditunjuk oleh direksi. Setiap titik las diberi nomor urut dari awal sampai akhir pada kaki rel kanan dan kiri.



Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar III. 2 Proses las *thermit*



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar III. 3 Jalur rel pada km 18+500

Gambar diatas merupakan Jalur Rel Kereta api di KM 18+500 yang saat ini pengelasan rel sedang tahap pembangunan atau sedang dikerjakan dengan menggunakan pengelasan rel metode *thermit*.

2. Menurut pedoman

Pedoman presedur pengelasan yang digunakan berasal dari Spesifikasi Teknis Pembangunan Jalur kereta api Sulawesi selatan adapun tahapan pengerjaannya sesuai Menurut PM No. 60 tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api dan PM No.54 tahun 2021 tentang Angkutan Melalui Saluran Pipa Bidang Pengawas Pekerjaan Pengelasan Rel Kereta Api adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan pengamanan *stapling* pengelasan
- b. Bersihkan permukaan rel
- c. Memasang cetakan sesuai profile rel yang digunakan
- d. Memasang *crucible*
- e. Masukkan serbuk *thermit*
- f. *Preheating*

- g. Cetakan tidak boleh dibuka/dilepas sampai waktunya sesuai dengan spesifikasi dari pabrikan.

2. Las *Flashbutt*



Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar III. 4 Las *Flashbutt*

Pada umumnya dilakukan dengan mesin las tetap, tetapi juga ada mesin las yang dapat dipindah sehingga pengelasan dapat dilakukan dilokasi penyambungan rel. dilaksanakan dengan menggunakan prinsip tahanan listrik.

- 1) Prosedur Pengelasan:
 - a. Kedua ujung rel dihaluskan terlebih dahulu
 - b. Kedua rel ditempelkan
 - c. Diberikan tegangan listrik
 - d. Rel memanaskan sehingga mencapai suhu tempa
 - e. Kedua ujung rel saling ditekan dengan tekanan tinggi
 - f. Sisa las dipahat dan digerinda
- 2) Peralatan yang digunakan

Pada pengelasan *flashbutt*, peralatan standar yang digunakan antara lain :

1) *Straight edge*

Alat ini memiliki bentuk yang hampir menyerupai mistar baja, namun tidak memiliki skala ukuran dan memiliki bentuk lebih

tebal. Berfungsi untuk mengukur kerataan dan kebengkokkan dari permukaan rel.

2) *Feeler gauge*

Alat yang digunakan untuk mengukur celah atau kerenggangan kecil pada rel.

3) *Rail Bender*

Berfungsi untuk mengangkat rel sebelum proses pengelasan

4) *Holland H650 FBW*

Merupakan mesin yang digunakan selama proses pengelasan

5) Gerinda (MP12)

Alat yang digunakan untuk menghaluskan permukaan rel setelah proses pengelasan agar hasil lebih baik.

3) Tahapan pengelasan

Adapun tahapan pengelasan sebagai berikut:

1) Cara Kerja Di lapangan

- a) 1. Periksa alinyemen secara manual untuk memastikan keselarasan rel
- b) Kunci rel dengan menggunakan penjepit las
- c) Sebelum mesin dinyalakan, periksa kembali keselarasan rel
- d) Mesin dinyalakan dan proses pengelasan dimulai
- e) Setelah proses pengelasan selesai, gerinda rel yang telah dilas agar hasil semakin halus.
- f) Ukur *miss alignment* pada sambungan las.



Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar III. 5 Proses Pengelasan *Flashbutt*

2) Menurut pedoman

Pedoman prosedur pengelasan yang digunakan berasal dari Instruksi Kontraktor dari Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan untuk pekerja. Serta di spesifikasi dari PM No. 60 tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api dan PM No.54 tahun 2021 tentang Angkutan Melalui Saluran Pipa Bidang Pengawas Pekerjaan Pengelasan Rel Kereta Api adalah sebagai berikut:

Adapun tahapan pengerjaannya adalah sebagai berikut:

- 1) Rel pada awalnya diselaraskan secara otomatis dengan *rollers*. Lalu periksa Alinyemen secara manual dan selanjutnya disesuaikan dengan rol untuk meminimalisir ketidakselarasan rel.
- 2) Begitu rel berada di posisi, penjepit las dikunci pada rel. Pengelasan secara otomatis menyesuaikan ujung rel sesuai dengan parameter untuk memastikan toleransi geometri rel yang ditentukan tercapai.
- 3) Penyesuaian tersedia di dalam sistem untuk memastikan keselarasan dengan toleransi $\pm 0.2\text{mm}$, didalam *welding head*. Mesin *Flashbutt* kemudian diaktifkan dan siklus pengelasan dimulai.
- 4) Operator pada awalnya akan memulai siklus pengelasan dalam mode manual sampai kontak penuh tercapai antara ujung rel yang ditunjukkan saat mesin reverse, yaitu saat mesin berhenti. Hal ini memastikan bahwa ujung rel tepat sebelu, proses pengelasan sebenarnya. Operator kemudian akan mengaktifkan mode otomatis untuk sisa durasi proses pengelasan berdasarkan parameter yang telah ditentukan sebelumnya.
- 5) Pengikisan/ Gerinda profil rel lasan dilakukan pada bagian rel yang dilas di area pengujian. Peralatan yang akan digunakan untuk profil grinding adalah mesin penggilingan gerinda listrik atau mekanik.

- 6) Batasan *miss alignment* pada sambungan las, diukur dengan menggunakan penggaris lurus 1000 mm yang dipegang tegak lurus

III.5 Analisis SWOT

Analisis SWOT adalah metode perencanaan strategis yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan (*Strength*), kelemahan (*Weakness*), peluang (*Opportunity*), dan ancaman (*Threats*) dalam suatu proyek atau suatu spekulasi bisnis. Proses ini melibatkan penentuan tujuan yang spesifik dari spekulasi bisnis atau proyek dan mengidentifikasi factor internal dan eksternal yang mendukung dan yang tidak dalam mencapai tujuan tersebut. Analisis Swot diterapkan dengan cara menganalisa dan memilih berbagai hal yang mempengaruhi keempat faktornya, kemudian menerapkannya dalam gambar matrik SWOT, dimana aplikasinya adalah bagaimana kekuatan (*Strength*) mampu mengambil keuntungan dari peluang (*Opportunity*) yang ada, bagaimana cara mengatasi kelemahan (*Weakness*) yang mencegah keuntungan dari peluang yang ada, selanjutnya bagaimana kekuatan (*Strength*) mampu menghadapi ancaman (*Threat*) yang ada dan yang terakhir adalah bagaimana cara mengatasi kelemahan yang mampu membuat ancaman menjadi nyata atau menciptakan sebuah ancaman baru.

III.6 Hasil Pemeriksaan Visual Pada Sambungan Pengelasan Metode *Thermit* Dan Metode *Flashbutt*

Kerapian pada pengelasan Metode *Thermit* dan Pengelasan Metode *Flashbutt*. Tujuan pemeriksaan adalah untuk mendeteksi adanya discontinuity, disintegrty serta *unhomogenity* hasil pengelasan baik dipermukaan maupun di dalam bahan logam. Pemeriksaan cacat pengelasan dilakukan dengan metode impuls. Metode ini didasarkan pada prinsip bahwa hasil pengelasan yang dipancarkan oleh alat/mesin pada kedua metode *thermit* maupun metode *flashbutt* bisa terjadi perambatan rel yang mengakibatkan probe gelombang atau rongga angina, maka sebagian dari gelombang akan direfleksikan oleh permukaan yang lain atau cacat, kemudian kembali ke probe lagi.

Impul gelombang yang kembali ke probe akan dirubah menjadi electrical impuls yang dalam layar oscilloscope ditunjukkan oleh spot dimana kecepatannya dapat diatur sesuai dengan keperluan

- 1) Pemeriksaan peralatan dilakukan terhadap: > Linieritas skala horisontal (toleransi $\pm 10\%$ divisi skala pembacaan). > Linieritas skala vertikal (toleransi $\pm 5\%$ pada 20% - 80% FSH /full scale hight) > Linieritas Gain (toleransi $\pm 20\%$ perbandingan amplitudo nominal). > Resolusi
- 2) Penggerindaan permukaan benda uji. Pada tingkat pekerjaan ini dipakai mesin gerinda manual, sedangkan sebagai medium digunakan kertas ampelas silicon carbit (SiC) dengan berbagai tingkat kekasaran yaitu kombinasi dari 100, 220, 320, 500, 600, 800, 1000 & 1200. Dalam proses ini pertama-tama dipakai kertas ampelas yang paling kasar dengan goresan yang kasar kemudian berangsur-angsur dipakai kertas ampelas yang paling halus sampai pada hasil akhir dari proses penggerindaan diperoleh permukaan dengan goresan yang halus searah dan homogen. Untuk menghindari timbulnya panas, selama penggerindaan berlangsung selalu dialiri dengan air bersih secara terus menerus
- 3) Pencucian. Dalam proses pencucian ini digunakan acetone, karena sambungan las *thermit* termasuk bahan yang porous ataupun mengandung retakan dan jenis cacat lainnya.
- 4) Pengujian kekerasan dilakukan pada daerah base metal, weld metal dan pada daerah HAZ (heat affected zone). Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan distribusi kekerasan pada setiap titik dari masing-masing benda uji.

BAB IV

METODELOGI PENELITIAN

IV.1 Alur Pikir Penelitian

Alur pikir penelitian disusun melalui langkah awal dalam rencana penelitian yaitu pengumpulan data yang diperlukan berkaitan dengan objek yang akan diteliti, baik data kuantitatif maupun kualitatif. Data tersebut terdiri dari data sekunder dan data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan maupun instansi terkait. Adapun alur pikir untuk penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan latar belakang dilakukannya penelitian dan mengambil identifikasi masalah dari latar belakang tersebut serta menentukan perumusan masalah dari penelitian
2. Menentukan maksud dan tujuan dari analisa yang akan dilakukan serta menentukan ruang lingkup dan batasan masalah penelitian yang sudah dilakukan
3. Mengumpulkan data sekunder maupun data primer yang diperlukan serta untuk mendukung penelitian
4. Menentukan identifikasi masalah yang ada serta melakukan pengolahan data dengan melihat kondisi eksiting di lapangan
5. Melakukan analisa berdasarkan data yang sudah didapatkan
6. Mengajukan usulan hasil perbandingan terhadap kajian efisiensi metode 2 pengelasan rel dengan menggunakan metode *thermit* dan metode *flashbutt* di lintas Mandai – Palanro.
7. Menentukan hasil perbandingan terhadap kajian efisiensi metode pengelasan *thermit* dan metode *flashbutt* dengan Analisis SWOT
8. Menetapkan kesimpulan serta memberikan saran berdasarkan hasil analisis dan pemecahan masalah yang telah dilakukan.

IV.2 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah rancangan penelitian yang digunakan untuk pedoman saat melakukan proses penelitian. Desain penelitian ini

berfungsi untuk mempermudah dan dan memahami tahapan dalam penelitian. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan efisiensi metode pengelasan rel dengan menggunakan metode *thermit* dan metode *flashbutt*. Berikut ini dijelaskan tahapan – tahapan penelitian yang akan ditulis yaitu sebagai berikut:

Tahap I

Yaitu persiapan dalam menetapkan maksud dan tujuan, batasan masalah, rumusan masalah, dan batasan masalah yang terkait dengan permasalahan. Persiapan pengumpulan data, menentukan target data yang diambil, serta menyiapkan peralatan yang digunakan untuk pengumpulan data dan wawancara.

Tahap II

Yaitu tahap pengumpulan data yang mendukung penelitian baik data sekunder maupun data primer baik data sekunder maupun data primer yang terkait dengan lapangan dan melakukan pengamatan secara langsung pada lokasi penelitian dan wawancara pada pihak terkait guna memperoleh data.

Tahap III

Yaitu melakukan pengolahan data sesuai dengan permasalahan yang ada dengan melihat keadaan yang sebenarnya di lapangan.

Tahap IV

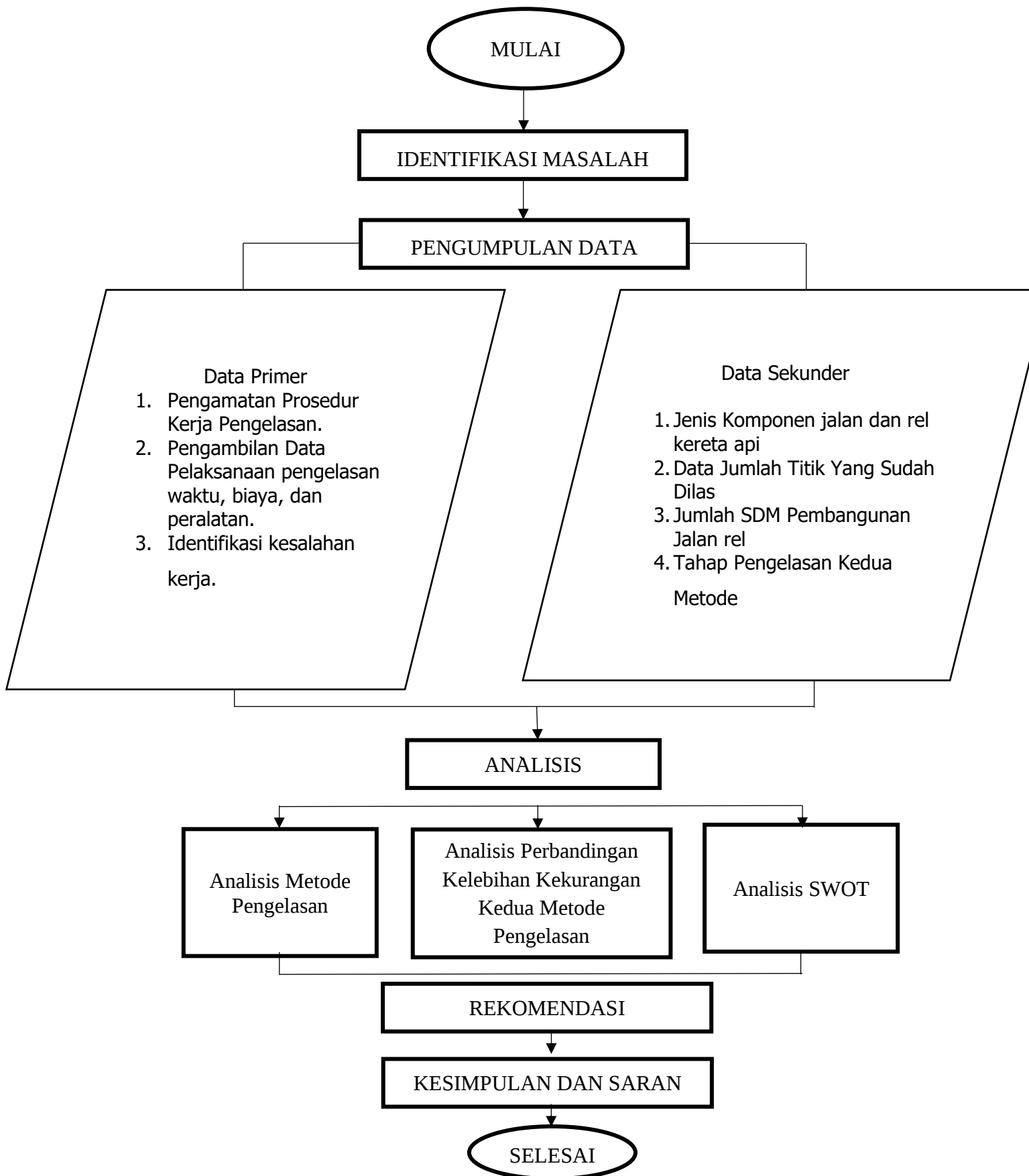
Yaitu melakukan analisis data – data yang telah diperoleh dan memberikan pemecahan masalah dengan perbaikan dan usulan yang diajukan, serta melakukan evaluasi dari hasil pemecahan masalah, apakah baik, sesuai dan dapat diterapkan sesuai kondisi lapangan.

Tahap V

Yaitu memberikan kesimpulan dan saran/rekomendasi

IV.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir merupakan tahapan kegiatan dalam penelitian dari awal dilakukannya penelitian hingga akhir penelitian yang dapat menghasilkan kesimpulan akhir. Berikut merupakan bagan alir penelitian



Gambar IV.1 Bagan Alir Penelitian

IV.4 Teknik Pengumpulan Data

Sumber data penelitian terdiri dari sumber data sekunder dan sumber data primer.

1. Data Sekunder diperoleh dari instansi terkait yaitu Kantor Balai Pengelola Kereta Api Lintas Mandai – Palanro Bagian Konstruksi.

Adapun data sekunder tersebut diantaranya:

- a. Jenis komponen jalan dan rel kereta api
- b. Tahap pengelasan berdasarkan pedoman

2. Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil observasi dan survei mengenai proses pengelasan jalan rel juga *interview* dengan para pekerjanya, data yang di dapat adalah sebagai berikut:

- a. Proses pengamatan langsung di lapangan

Data yang didapat berupa data hasil pengelasan jalan rel menggunakan metode *flashbutt*

- b. Wawancara dengan pihak terkait

Wawancara dilakukan dengan pihak terkait dalam hal ini adalah bagian konstruksi jalan rel untuk mengetahui proses pengelasan menggunakan metode *flashbutt* dan metode *thermit*, selain itu didapat juga mengenai informasi waktu yang dibutuhkan untuk pengelasan pertitik.

Adapun untuk persiapan-persiapan survei adalah:

- 1) Peralatan dan perlengkapan survei
- 2) Penentuan lokasi survei
- 3) Pelaksanaan survey

Survei inventaris prasarana jalan dan rel dimaksudkan untuk mengidentifikasi karakteristik prasarana jalan, antara lain panjang jalan/jalur, jenis rel, kondisi

bantalan, kondisi balas, kondisi penambat, kondisi jalan dan juga fasilitas perlengkapan jalan.

Survei inventaris prasarana jalan dan rel dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini berlokasi pada lintas Mandai–Palanro yang telah terbangun.

IV.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan cara dalam mengolah, membahas, dan memaknai data serta kondisi lapangan sebenarnya yang diperoleh di lokasi penelitian. Analisis data yang digunakan yaitu:

1. Metode analisis kualitatif

Digunakan untuk menganalisis perbandingan kedua metode pengelasan dari segi kualitas dan hasil serta mobilitas.

2. Metode Kuantitatif

Digunakan untuk menganalisis perbandingan kedua metode dari segi efisiensi waktu dan efisiensi biaya.

IV.6 Lokasi Dan Jadwal Penelitian

Lokasi dan jadwal penelitian menunjukkan tempat dan waktu yang diselenggarakan untuk kegiatan penelitian laporan Kertas Kerja Wajib ini.

1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian adalah lokasi daerah studi dimana penelitian dilakukan. Adapun tempat penelitian dilakukan pada wilayah kerja Balai Pengelola kereta Api Sulawesi Selatan di Lintas Mandai – Palanro. Penelitian ini dilakukan pada studi Kajian efisiensi metode pengelasan rel dengan menggunakan metode *thermit* dan metode *flashbutt* di lintas Mandai - Palanro.

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian adalah suatu masa, tempo atau lamanya dalam melakukan penelitian. Adapun penelitian ini dilaksanakan pada saat menjalankan kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) yaitu kurang lebih selama 3,5 bulan.

BAB V

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

V.1 Analisis Metode Pengelasan

Lintas Mandai – Palanro merupakan salah satu lintasan yang diusulkan dalam studi Pembangunan Jalur Kereta Api Sulawesi selatan. Lintasan ini akan menambah komponen pembangunan moda transportasi di wilayah Sulawesi selatan tersebut. Khususnya Pembangunan Jalur Kereta Api Ini berpengaruh terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat di kawasan Timur Indonesia dan percepatan pembangunan. Hal tersebut dapat mempengaruhi pola pengembangan industry, perdagangan, pertambangan dan pertanian, serta dapat memberikan sumbangan bagi pengembangan ekonomi daerah yang dilayani. Selain melayani kebutuhan yang ada, pembangunan jalur kereta api baru akan menimbulkan permintaan baru untuk perjalanan sebagai perubahan pola aktifitas yang akan ditingkatkan tersebut.

Studi ini telah dilakukan beberapa tahun yang lalu sebagai dukungan atas program tersebut. Sementara pembangunan jalur kereta api baru di mulai pada tahun 2015. Sehingga perlu dilakukan review atas studi kelayakan lintas Mandai – Palanro untuk mengetahui sejauh mana potensi daerah, kondisi sarana dan prasarana dan kendala-kendala yang dihadapi daerah dalam pembangunan jalur kereta api, sehingga dapat dinilai kelayakan pembangunan Jalur Kereta Api dari sisi ekonomi/finansial, sisi teknik, dan lingkungan. Selain itu dapat diperoleh gambaran tentang keuntungan maupun kerugian yang akan terjadi.

Dalam perkeretaapian harus ada sinergi antar komponen pendukung supaya perkeretaapian dapat berjalan dengan lancar, aman, dan nyaman. Salah satu komponen penting dalam perkeretaapian adalah Jalan rel sebagai tempat tumpuan roda dalam keamanan dan kelancaran pengoperasiaan kereta api. Untuk mencapai suatu pengoperasiaan kereta api yang cepat, aman, nyaman, dengan tingkat keselamatan yang tinggi maka kondisi jalan rel harus selalu diperhatikan. Karena alasan transportasi menuju lokasi, biasanya dari

pabrik pembuat rel, rel kereta dipotong menjadi rel dengan panjang 25 meter. Untuk meningkatkan kenyamanan pengguna kereta api yang melintas di atasnya maka rel tersebut disambung.

Penyambungan rel atau, pengelasan adalah suatu aktivitas menyambung dua bagian benda dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sehingga menyatu seperti benda utuh, penyambungan ini dilakukan dengan berbagai cara, yang umum digunakan yaitu metode *thermit* dan metode *flashbutt*. Pengelasan Metode *Thermit* merupakan pengelasan rel dilokasi dengan peralatan yang sederhana tetapi dengan hasil las yang baik secara metalurgis menggunakan campuran bubuk aluminium dengan besi oksida yang pada suhu tinggi berubah menjadi alumina dan baja. Sedangkan Metode *Flashbutt* merupakan proses pengelasan resistansi listrik yang digunakan untuk menggabungkan komponen, di mana transfer energi disediakan terutama oleh panas resistansi dari bagian komponen itu sendiri.

Penyambungan rel disambung sedemikian rupa dan dibutuhkan SDM sebagai pekerja pengelasan rel kereta api. Maka dari itu penulis merencanakan SDM pekerja yang nantinya akan menjadi pegawai salah satu Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan Lintas Mandai – Palanro.

Saat melakukan analisis kebutuhan SDM untuk Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan. Tujuan utama pekerja pengelasan jalur kereta api adalah menjaga kehandalan dan kelaikan operasi (*reability*) serta ketersediaan (*avability*) peralatan pengelasan rel metode *thermit* pada wesel dan metode *flashbutt* pada lintas raya jaalan rel untuk menjamin kelancaran pekayanan angkutan kereta api. Dalam melakukan pengelasan rel mencangkup dari realisasi proses pengelasan dua metode yang digunakan dilintas Mandai – Palanro yaitu metode *thermit* dan metode *flashbutt*, sumber daya manusia, dan fasilitas peralatan kerja pengelasan rel.

a. *Thermit*

Berikut adalah perbandingan pengerjaan pengelasan *thermit* yang dikerjakan di lapangan maupun menurut pedoman.

Tabel V. 1 Perbandingan pengelasan di lapangan dan pedoman

No	Sumber		Keterangan
	Lapangan	Pedoman	
1	Menyiapkan potongan-potongan bantalan kayu bekas untuk pengamananan stapling pengelasan.	Siapkan pengamananan <i>stapling</i> pengelasan	Sesuai
2	Bersihkan permukaan rel yang akan dilas.	Bersihkan permukaan rel	Sesuai
3	Pemasangan penjepit cetakan pada rel dan penyetelan cetakan.	Memasang cetakan sesuai profile rel yang digunakan	Sesuai
4	Bersihkan dan pasang tempat peleburan.	Memasang tempat peleburan	Sesuai
5	Masukkan bahan peleburan	Masukkan serbuk <i>thermit</i>	Sesuai
6	<i>Preheating</i>	<i>Preheating</i>	Sesuai
7	Buka cetakan setelah pengelasan selesai.	Cetakan dilepas setelah pengelasan selesai.	Sesuai

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Berdasarkan perbandingan pengelasan metode *thermit* di atas, dapat disimpulkan pengerjaan di lapangan sudah sesuai dengan langkah pengerjaan menurut pedoman, karena dari langkah awal pengerjaan pengelasan di lapangan sampai akhir sama dengan langkah di pedoman.

b. *Flashbutt*

Berikut adalah perbandingan pengerjaan pengelasan *flashbutt* yang dikerjakan di lapangan maupun pedoman.

Tabel V. 2 Perbandingan pengelasan di lapangan dan pedoman

No	Langkah		Keterangan
	Lapangan	Pedoman	
1	Periksa alinyemen untuk memastikan keselarasan rel	Periksa alinyemen secara manual untuk meminimalisir ketidakselarasan rel	Sesuai
2	Kunci rel dengan penjepit las	Begitu rel berada di posisi, penjepit las dikunci pada rel.	Sesuai
3	Sebelum mesin dinyalakan, periksa kembali keselarasan rel.	Penyesuaian oleh sistem untuk memastikan keselarasan.	Sesuai
4	Nyalakan mesin	Memulai siklus pengelasan	Sesuai
5	Setelah proses pengelasan, gerinda rel yang telah dilas	Gerinda profil rel lasan dilakukan pada bagian rel yang dilas.	Sesuai
6	Ukur miss alignment pada sambungan las.	Ukur miss alignment dengan penggaris lurus 1000mm.	Sesuai

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Berdasarkan perbandingan pengelasan metode *flashbutt* di atas, dapat disimpulkan pengerjaan di lapangan sudah sesuai dengan langkah pengerjaan menurut pedoman, karena dari langkah awal pengerjaan pengelasan di lapangan sampai akhir sama dengan langkah di pedoman.

Jadi Pembangunan Jalan Rel Untuk Pengelasan Metode *Thermit* Hanya Pada wesel. Total Keseluruhan Wesel Dilintas Mandai – Palanro Berjumlah 73. Dan Pembangunan Jalan Rel Untuk Pengelasan Metode Flashbutt Hanya Pada dilintas Raya Mandai – Palanro Panjangnya 102 Km tetapi untuk tahap saat ini yang sudah dikerjakan sekitar 66,8 Km yang berada di Maros, Tanete Rilau sampai Palanro dan termasuk *siding track* Pelabuhan Grongkong.

V.2 Analisis Kelebihan Kekurangan Kedua Metode

1. Efisiensi Waktu

a. Flashbutt

Adapun penghitungan waktu jika menggunakan metode *flashbutt* adalah sebagai berikut :

Panjang rel yang digunakan di Lintas Mandai – Palanro adalah rel standar sepanjang 25m.

Untuk mengetahui panjang lintas yang belum dikerjakan, maka dihitung total panjang lintas dikurangi panjang lintas yang sudah dikerjakan.

$$\begin{aligned}\text{Panjang lintas} &= 102 \text{ km} - \text{lintas yang sudah dikerjakan} \\ &= 102 \text{ km} - 66,8 \text{ km} \\ &= 35,2 \text{ km}\end{aligned}$$

Untuk pekerjaan pengelasan dalam satu hari memakan waktu delapan jam. Waktu pengelasan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu titik las adalah 15 menit.

Waktu yang dibutuhkan untuk mengelas pada satu titik dari kedua metode pengelasan berbeda, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain teknik dan langkah pengelasan yang berbeda dari kedua metode. Untuk metode *flashbutt* pengerjaannya menggunakan teknologi, mulai dari mengatur jarak rel sampai pada proses pengelasan, sedangkan pada metode *thermit* pengerjaannya masih manual, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengelasan pertitik pun berbeda.

Untuk mencari waktu yang dibutuhkan untuk pengelasan, terlebih dahulu dihitung berapa titik las yang dapat diselesaikan

dalam satu hari. Setelah ditemukan, dapat dihitung waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengelasan dengan cara jumlah dari titik yang akan dilas dibagi dengan jumlah titik las yang dapat diselesaikan dalam satu hari.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ hari} &= 8 \text{ jam} = 480 \text{ menit} \\
 &= 480 : \text{waktu pengelasan /titik} \\
 &= 480 : 15 \\
 &= 32 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu yang dibutuhkan} &= \text{Jumlah titik yang dilas: waktu las /hari} \\
 &= 2.672: 32 \\
 &= 83 \text{ hari kerja}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, didapat bahwa untuk menyelesaikan pemasangan rel yang belum terpasang sepanjang 35,2 km, butuh waktu 83 hari kerja untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan.

Tabel V. 3 Jumlah titik las yang sudah dikerjakan pada Paket Pekerjaan Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai –Palanro

NO	SEGMENT	KM	TOTAL KM PENGELASAN REL	TITIK LAS
1	Palanro – Barru	Km 16+000 s.d Km 89+500	26 Km	1.040
2	Takkalasi - Barru - P. Garongkong	Km 100+000 - Km 89+500 - Km 4+700	14,7 Km	588
3	Barru - Tanete Rilau	Km 89+500 - Km 81+500	8 Km	320
4	Maros (Depo)	Km 18+100	18,1 Km	724

TOTAL		66,8	2672
-------	--	------	------

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Cara menentukan jumlah titik las berdasarkan panjang rel dalam km adalah sebagai berikut:

Panjang Rel = 25 M

KM = 66,8 Km

= 66,8 Km = $66.800.000 : 25.000$

= 2.672

Bahwasanya untuk metode pengelasan *Thermit* dilaksanakan di Wesel total wesel sebanyak 73 yang sudah dikerjakan berjumlah 38 wesel dan untuk metode pengelasan *Flashsbutt* berada di lintas raya panjangnya 102 Km tetapi untuk saat ini tahap pengerjaannya yang sudah dikerjakan 66,8 Km, sehingga volume titik pengelasan *Thermit* sebanyak 532 titik dan *Flashbutt* sebanyak 2.137,6 Titik

Thermit

Jumlah Wesel = 73

1 hari Pengerjaan Thermit (8 Jam) = 14 Titik

= $73 \times 14 = 1.022$

1 wesel = 14 titik

Jumlah Wesel yang sudah dikerjakan berjumlah = 38×14 titik = 532 titik.

Tabel V. 4 Data Jumlah Wesel Yang Sudah Dikerjakan Dilintas Mandai – Palanro

NO	LOKASI	JUMLAH
1	Maros	8
2	Tanete Rilau	8
3	Barru	7
4	Takkalasi	4
5	Mangkoso	4
6	Palanro	4
7	Depo (Maros)	$6-3 = 3$

TOTAL	38
-------	----

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Keterangan: Depo (Maros) Masih dalam tahap Pengerjaan. Yang sudah dikerjakan berjumlah 3 yang sedang dikerjakan berjumlah 3

Flashbutt

Jumlah Km = 102 Km Lintas Mandai – Palanro

Yang sudah dikerjakan = 66,8 Km

1 hari Pengerjaan Flashbutt (8 jam) = 32 titik

$$= 66,8 \times 32 = 2.137,6$$

b. *Thermit*

Adapun penghitungan waktu jika menggunakan metode thermit adalah sebagai berikut :

Waktu pengelasan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu titik las adalah 35 menit.

Untuk mencari waktu yang dibutuhkan untuk pengelasan, terlebih dahulu dihitung berapa titik las yang dapat diselesaikan dalam satu hari. Setelah ditemukan, dapat dihitung waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengelasan dengan cara jumlah dari titik yang akan dilas dibagi dengan jumlah titik las yang dapat diselesaikan dalam satu hari.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ hari} &= 8 \text{ jam} = 480 \text{ menit} \\
 &= 480 : \text{waktu pengelasan /titik} \\
 &= 480 : 35 \\
 &= 14 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu yang dibutuhkan} &= \text{Jumlah titik yang dilas} : \text{waktu las /hari} \\
 &= 2.672 : 14 \\
 &= 191 \text{ hari kerja}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan efisiensi waktu kedua metode pengelasan, maka dapat diketahui bahwa metode pengelasan *flashbutt* lebih efektif dari segi efisiensi waktu daripada metode pengelasan *thermit*. Untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan rel, metode flashbutt membutuhkan 83 hari, sedangkan metode *thermit* membutuhkan 191 hari untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan.

2. Efisiensi Biaya

Pada perhitungan efisiensi biaya kedua metode pengelasan, terdapat perbedaan biaya yang dibutuhkan untuk mengelas satu titik, hal ini dikarenakan adanya perbedaan baik dari alat yang digunakan untuk mengelas maupun cara kerja kedua metode pengelasan.

a. *Flashbutt*

Adapun perhitungan biaya jika menggunakan metode *flashbutt* adalah sebagai berikut :

Untuk menyelesaikan satu titik membutuhkan Rp 3.000.000.

Jumlah titik yang dilas berjumlah 2.672 titik

Untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pengelasan, dapat dihitung :

Biaya dalam satu titik x Jumlah titik yang dilas

$$\text{Rp } 3.000.000 \times 2.672 = \text{Rp. } 8.016.000.000$$

b. *Thermit*

Adapun perhitungan biaya jika menggunakan metode *thermit* adalah sebagai berikut:

Untuk menyelesaikan satu titik membutuhkan Rp 1.750.000

Jumlah titik yang dilas berjumlah 2.672

Untuk menghitung biaya yang dibutuhkan dalam satu hari pengelasan maka dapat dihitung:

Biaya dalam satu titik x Jumlah titik yang dilas

$$\text{Rp } 1.750.000 \times 2.672 = \text{Rp. } 4.676.000.000$$

Untuk menyelesaikan penyambungan rel dengan menggunakan metode *thermit*, maka biaya yang dibutuhkan adalah Rp. 4.676.000.000, sedangkan untuk metode *flashbutt* membutuhkan biaya Rp. 8.016.000.000

3. Mobilitas

a. *Flashbutt*

Metode pengelasan *flashbutt* menggunakan mesin dan kereta yang besar, sehingga mobilitas pada metode pengelasan *flashbutt*

menjadi sulit, terutama pada saat pengerjaan berpindah pada lintas yang berbeda.

b. *Thermit*

Metode pengelasan *thermit* menggunakan peralatan yang tidak terlalu besar dan tidak berat, sehingga untuk mobilitas pada saat pengerjaan pengelasan berpindah pada lintas yang berbeda pun tidak akan mengalami kesulitan.

V.3 Sumber Daya Manusia Pembangunan Jalur Rel Kereta Api Lintas Mandai – Palanro

Menurut UU No.54 tahun 2021 tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Pengangkutan Dan Pergudangan Golongan Pokok Pengangkutan Darat Dan Angkutan Melalui Saluran Pipa Bidang Pengawas Pekerjaan Pengelasan Rel Kereta Api.

Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia adalah rumusan kemampuan kerja yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan/ atau keahlian serta sikap kerja yang relevan dengan pelaksanaan tugas dan syarat jabatan yang ditetapkan secara nasional sesuai dengan ketentuan peraturan perundangan – undangan.

a. Pengguna SKKNI

Standar Kompetensi dibutuhkan oleh beberapa lembaga/ institusi yang berkaitan dengan pengembangan sumber daya manusia, sesuai dengan kebutuhan masing – masing:

1. Untuk institusi pendidikan dan pelatihan

- a. Memberikan informasi untuk pengembangan program dan kurikulum.
- b. Sebagai acuan dalam penyelenggaraan pelatihan, penilaian, dan sertifikasi.

Tabel V. 5 Pemetaan Standar Kompetensi

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
Melakukan	Perencana	Melakukan	Melakukan

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
pengelasan rel kereta api sesuai spesifikasi		kegiatan perencanaan pengelasan rel kereta api	persiapan tempat kerja
			Melakukan peran serta pada sistem mutu
			Menetapkan jenis inspeksi dan uji rakitan sambungan las yang disyaratkan serta kriteria keberterimaannya
			Mengevaluasi penyebab ketidaksesuaian hasil pengelasan rel kereta api
		Melakukan Kegiatan asistensi perencanaan pengelasan rel kereta api	Melaksanakan persiapan tempat kerja
			Melakukan peran serta pada sistem mutu
			Menginterpretasikan proses, peralatan dan produk berdasarkan <i>Welding Procedure Specification</i> (WPS) sesuai prosedur

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
			pengelasan rel kereta api
			Melakukan penjaminan mutu proses pengelasan rel kereta api
	Pelaksana	Melakukan kegiatan supervisi pengelasan rel kereta api	Melaksanakan persiapan tempat kerja
			Melakukan peran serta pada sistem mutu
			Mengidentifikasi <i>Welding Procedure Specification (WPS)</i>
			Menginterpretasikan detail gambar kerja
			Membuat laporan supervisi las rel kereta api
	Pengawas	Melakukan kegiatan inspeksi pengelasan dasar	Menerapkan Peraturan Perundang-undangan dan SMK3-L di tempat kerja

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
			Melaksanakan komunikasi di tempat kerja
			Melaksanakan persiapan tempat kerja
			Melaksanakan peran serta pada sistem mutu
			Melakukan inspeksi visual pengelasan rel kereta api
			Melakukan <i>Penetrant Test</i> (PT)
			Melakukan <i>Magnetic Particle Test</i> (MT)
		Melakukan kegiatan inspeksi pengelasan standar	Melaksanakan persiapan tempat kerja
			Melakukan peran serta pada sistem mutu
			Merencanakan kegiatan inspeksi
			Melakukan inspeksi visual pengelasan
			Melakukan <i>Penetrant</i>

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
			<i>Test</i> (PT)
			Melakukan <i>Magnetic Particle Test</i> (MT)
			Melakukan <i>Ultrasonic Test</i> (UT)
		Melakukan kegiatan inspeksi pengelasan komprehensif	Melaksanakan persiapan tempat kerja
			Melakukan peran serta pada sistem mutu
			Memimpin tim kerja kecil
			Melakukan inspeksi visual pengelasan
			Merencanakan kegiatan inspeksi
			Melakukan supervisi kegiatan inspeksi pengelasan
			Melakukan <i>Penetrant Test</i> (PT)
			Melakukan <i>Magnetic Particle Test</i> (MT)
			Melakukan <i>Ultrasonic Test</i> (UT)
			Melakukan <i>Radiography Test</i> (RT)

Sumber: Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia, 2022

Untuk Sumber Daya Pembangunan Jalur Rel Kereta Api Lintas Mandai – Palanro difokuskan pada beberapa aspek diantaranya:

a. Jumlah pegawai

Pegawai di Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan secara keseluruhan berjumlah 16 orang pegawai. Dari 16 orang pegawai tersebut dibagi menjadi dua bagian kerja yaitu bagian Pengelasan rel metode *thermit* dan Pengelasan metode *flashbutt*. Dibawah ini dijelaskan jumlah pegawai pada unit Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan antara lain:

Tabel V. 6 Jabatan dan Jumlah Pegawai

NO	Pegawai	Jabatan	Jumlah
1	Bagian Umum	Konsultant	2
2		Kontraktor	2
3		Petugas Negative Check	2
4	Bagian	Kepala Urusan Perbaikan	2
5	Progres	Pekerja	8
Total			16

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

b. Jam Kerja Pegawai Pembangunan Jalur Rel Kereta Api Lintas Mandai – Palanro

Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan memiliki jam kerja setiap hari nya saat melakukan Pengelasan rel sesuai dengan Instruksi Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan:

Tabel V. 7 Jam Kerja Pegawai Pembangunan Jalur Rel Kereta Api Sulawesi Selatan

No	Hari Kerja	Waktu Kerja	Waktu Istirahat	Jumlah jam
----	------------	-------------	-----------------	------------

No	Hari Kerja	Waktu Kerja	Waktu Istirahat	Jumlah jam
1	Senin – Kamis	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	28
2	Jumat	08.00 - 16.00	12.00 - 14.00	6
3	Sabtu	08.00 - 14.00	12.00 - 13.00	5
Total				39

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, 2022

Dari total jam kerja dalam seminggu adalah 39 jam. Untuk menentukan jam kerja per hari dapat diketahui dengan menghitung jam kerja seminggu dibagi dengan banyaknya hari kerja dalam satu minggu.

$$\text{Jam Kerja Per Hari} = \frac{\text{Jam Kerja Per Minggu}}{\text{Jumlah Hari Kerja Per Minggu}}$$

$$\text{Jam kerja per hari} = 39 : 6 \text{ hari kerja} = 6,5 \text{ jam} = 7 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan rata – rata jam kerja tenaga pekerja dalam satu hari adalah 7 jam. Dari data di atas ditemukan jam kerja tenaga pekerja sesuai dengan Undang – Undang No. 13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan pasal 77 ayat 2 mengenai ketentuan kerja yang mengatur apabila dalam satu bulan jam kerja maksimal adalah 40 jam untuk enam hari kerja dalam satu minggu dan 7 jam kerja dalam satu hari .

c. Tingkat Pendidikan Umum Pegawai

Pada umumnya tingkat pendidikan pegawai tidak semua memiliki tingkat pendidikan yang sama.

Namun untuk pegawai Balai Pengelola Kereta Api saat ini secara umum memiliki latar pendidikan yang sama yaitu SMK (Sekolah Menengah Kejuruan).

d. Umur Pegawai

Jika dilihat dari segi umur, pegawai Balai Pengelolaa Kereta Api Sulawesi Selatan terdiri dari pegawai dengan berbagai umur. Umur juga dapat mempengaruhi kinerja pegawai saat melakukan

pengelasan rel kereta api. Apabila pegawai yang mendominasi umur 40 lebihm maka akan mudah lelah walupun ilmu yang dimiliki lebih banyak atau lebih berpengalaman dibandingkan dengan yang lebih muda, untuk jelasnya berikutb table umur pegawai:

Tabel V. 8 Umur Pegawai

Umur	Jumlah
21 - 30	9
31 - 40	4
Total	13

Sumber: Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan,2022

V.4 Hasil Pemeriksaan Visual Pada Sambungan Pengelasan Metode *Thermit* Dan Metode *Flashbutt*

1. *Flashbutt*



Sumber: Dokumentasi Pribadi,2022

Gambar V. 1 Hasil Pengelasan Metode *Flashbutt*

Dapat dilihat pada gambar hasil pengelasan metode *flashbutt* di atas bahwa berdasarkan hasil pemeriksaan visual pada permukaan sambungan las terlihat rapi dan halus. Dimana dari pemeriksaan visual dapat diindikasikan bahwa

kualitas pengelasan diatas permukaan dengan menggunakan *flashbutt* baik dengan memperhatikan ciri-ciri hasil pengelasan sebagai berikut:

- a. Tidak terdapat celah atau gap
- b. Tidak terdapat rongga angin
- c. Struktur permukaan halus merata menandakan bahwa kekerasan baik.

2. *Thermit*



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar V. 2 Hasil Pengelasan Metode *Thermit*

Dapat dilihat pada gambar hasil pengelasan metode *thermit* di atas bahwa berdasarkan hasil pemeriksaan visual pada permukaan sambungan las terdapat serpihan bahan material *thermit*. Dimana dari pemeriksaan visual dapat diindikasikan bahwa kualitas pengelasan diatas permukaan dengan menggunakan *thermit* belum maksimal dengan memperhatikan ciri-ciri hasil pengelasan sebagai berikut:

- a. Overlap
- b. Struktur permukaan kasar tidak merata menandakan bahwa kekerasan belum maksimal.

V.5 Perbandingan Kelebihan Dan Kekurangan

Berdasarkan hasil analisis terhadap kelebihan dan kedua kekurangan metode pengelasan dilihat dari

1. efisiensi biaya, efisiensi waktu, serta biaya, dapat dilihat perbandingan kedua metode pada tabel berikut:

Tabel V. 9 Perbandingan *Flashbutt* dan *Thermit*

No	Deskrip	<i>Flashbutt</i>	<i>Thermit</i>
1	Efisiensi Waktu	Hanya membutuhkan 83 hari untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan sebanyak 2.672 titik.	Butuh waktu 191 hari untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan sebanyak 2.672 titik
	Score	1	0
2	Efisiensi Biaya	Biaya mahal, butuh Rp. 8.016.000.000 untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan	Lebih murah, hanya butuh Rp. 4.676.000.000 untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan.
	Score	0	1
3	Mobilitas	Di wesel : Sulit karena menggunakan peralatan besar dan berat, terutama saat pengerjaan berpindah pada lintas berbeda sedangkan dilintas raya mobilitas/ mesin dapat digunakan dengan mudah karena pengerjaannya hanya ditarik sehingga	Mudah, karena hanya menggunakan peralatan sederhana dan ringan

No	Deskrip	<i>Flashbutt</i>	<i>Thermit</i>
		pengerjaan pengelasan lebih mudah	
	Score	0,5	1
4	Kerapian	Hasil Pengelasan Setelah pengerjaan • Tidak terdapat celah atau gap • Tidak terdapat rongga angin • Struktur permukaan halus merata menandakan bahwa kekerasan baik	Hasil Pengelasan Setelah pengerjaan • Overlap • Struktur permukaan kasar tidak merata menandakan bahwa kekerasan belum maksimal
	Score	1	0
	Total	2,5	2

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Untuk Menentukan Perbandingan Hasil dari Tabel diatas Maka diketahui dari analisis score perbandingan berikut:

- Keterangan: 1. Unggul : 1
 2. Seimbang : 0,5
 3. Kurang Berkualitas : 0

Pada Hasil Tabel Analisis Diatas total score yang tinggi yaitu menggunakan pengelasan rel metode *flashbutt* dengan total score 2,5 sedangkan pengelasan rel metode *Thermit* total score 2, untuk itu

pengelasan rel dengan menggunakan metode *flashbutt* lebih unggul dari hasil analisis perbandingan tersebut.

Identifikasi Kesalahan Kerjaaaan

Pada Metode *Thermit*



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar V. 3 Proses Pengerjaan Metode *Thermit*

Pada gambar diatas terjadi kesalahan proses pengerjaan metode *thermit* dilapangan, dikarenakan pekerja yang tidak mengikuti pedoman sehingga *thermit* keluar dari Cetakan (*mould*).

Pada Metode *Flashbutt*



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar V. 4 Proses Pengerjaan Metode *Flashbutt*

Pada gambar diatas terjadi kesalahan pekerja yang belum melepaskan penambat, mengakibatkan penundaan waktu kerja sementara

V.6 Analisis SWOT

a) Strenght

Kekuatan (*strength*) merupakan salah satu analisa terhadap pengelasan rel menggunakan metode Thermit dan metode Flashbutt pembangunan jalur kereta api lintas Mandai – Palanro untuk mengetahui kekuatan serta keunggulan dari kedua metode tersebut. Analisa kekuatan kelemahan metode pengelasan rel pembangunan proyek kereta api lintas Mandai – Palanro adalah sebagai berikut:

1) *Flashbutt*

Hanya membutuhkan 83 hari untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan sebanyak 2.672 titik lebih cepat dibanding metode *thermit* 191 hari. Dengan lebih cepatnya pembangunan jalur kereta api maka kereta api akan cepat dioperasikan dan masyarakat lebih cepat dalam mobilitas sehari harinya.

b) *Weakness*

Weakness (kelemahan) merupakan salah satu analisa terhadap pengelasan rel menggunakan metode *Thermit* dan metode *Flashbutt* pembangunan jalur kereta api lintas Mandai – Palanro untuk mengetahui kelemahan dari jalur kereta api yang akan dioperasikan. Analisa kelemahan pengelasan rel dengan menggunakan metode *thermit* dan metode *flashbutt* proyek kereta api lintas Mandai – Palanro adalah sebagai berikut:

- 1) Pembangunan jalur kereta api mengalami keterlambatan dalam pengerjaannya diakibatkan pekerja yang tidak mengikuti pedoman atau spesifikasi dari Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan sehingga *thermit* keluar dari cetakan (*mould*)
- 2) Kurangnya Pengawasan terhadap pembangunan Jalur Rel Kereta Api sehingga belum maksimalnya prosedur pengerjaan proyek pengelasan rel
- 3) Kurangnya Tim Pekerja (SDM), hanya ada 1 tim dari masing – masing metode pengelasan rel.

c) Opportunity

Opportunity (kesempatan) merupakan salah satu analisa pembangunan jalur kereta api lintas Mandai – Palanro terhadap pengelasan rel menggunakan metode *Thermit* dan metode *Flashbutt* pembangunan jalur kereta api lintas Mandai – Palanro untuk mengetahui analisa peluang kelemahan pembangunan proyek kereta api lintas Mandai – Palanro adalah sebagai berikut:

- 1) Metode *Flashbutt* saat ini bagus setelah Metode *Thermit*, dan untuk jalur kereta api dilintas Mandai – Palanro ini sangat dibutuhkan metode pengelasan *flashbutt* Karena waktu dan mobilitasnya, dalam prosedur pengerjaannya tidak memerlukan waktu yang lama dan tidak memerlukan Tim kerja berjumlah banyak, serta mobilitas/alat mesin *flashbutt* tidak sulit jika dipindahkan ke track yang akan dilas.
- 2) Biaya pada metode *thermit* lebih ekonomis dibandingkan metode pengelasan *flashbutt*

d) *Threat*

Threat (ancaman) merupakan salah satu analisa terhadap pengelasan rel menggunakan metode *Thermit* dan metode *Flashbutt* pembangunan jalur kereta api lintas Mandai – Palanro untuk mengetahui ancaman serta hambatan pada proses pembangunan. Ancaman untuk pembangunan proyek kereta api lintas Mandai – Palanro adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk Metode *Flashbutt* hanya tersedia Mesin 1 sisi saja sehingga terkendala saat mengerjakan pengelasan pada wesel
- 2) Hasil dari gerinda pada rel yang sudah dilas menggunakan metode *thermit* belum semaksimal hasil dari metode *flashbutt*

Tabel V. 10 Analisis SWOT

Faktor Internal	Kekuatan (S) Hanya membutuhkan 83 hari untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan sebanyak 2.672 titik lebih cepat dibanding metode <i>thermit</i> 191 hari. Dengan lebih cepatnya pembangunan jalur kereta api maka kereta api akan cepat dioperasikan dan masyarakat lebih cepat dalam mobilitas sehari-harinya;	Kelemahan (W) - Pembangunan jalur kereta api mengalami keterlambatan dalam pengerjaannya diakibatkan pekerja yang tidak mengikuti pedoman atau spesifikasi dari Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan sehingga <i>thermit</i> keluar dari cetakan (<i>mould</i>); - Kurangnya Pengawasan terhadap pembangunan Jalur Rel Kereta Api sehingga belum maksimalnya prosedur pengerjaan proyek pengelasan rel; - Kurangnya Tim Pekerja (SDM), hanya ada 1 tim dari masing – masing metode pengelasan rel
Faktor Eksternal		
Kesempatan (O) Metode Flashbutt saat	Strategi SO Melakukan Prosedur atau	Strategi WO Diadakan perencanaan penambahan Tim kerja

ini bagus setelah Metode <i>Thermit</i>, dan untuk jalur kereta api dilintas Mandai – Palanro ini sangat dibutuhkan metode pengelasan <i>flashbutt</i> Karena waktu dan mobilitasnya, dalam prosedur pengerjaannya tidak	cara kerja pengelasan metode Flashbutt karena diketahui dalam segi efisiensi waktu metode flashbutt ini lebih cepat dibanding metode thermit (S_1, O_1) 2. Dengan adanya pengoperasian kereta api di Sulawesi Selatan maka mobilitas masyarakat	agar pengerjaan pengelasan cepat dikerjakan dan bisa dioperasikan sesuai target yang ditentukan. (W_1, O_1) 2. Diadakannya pengawasan yang ketat untuk pengerjaan pengelasan rel serta memberi arahan pada pekerja. (W_2, O_1)
memerlukan waktu yang lama dan tidak memerlukan Tim kerja berjumlah banyak, serta mobilitas/alat mesin <i>flashbutt</i> tidak sulit jika dipindahkan ke track yang akan dilas. 2. Biaya pada metode thermit lebih ekonomis	diharapkan akan lebih cepat dan mengurangi kemacetan.	

dibandingkan metode pengelasan <i>flashbutt</i>		
Ancaman (T) 1. Untuk Metode <i>Flashbutt</i> hanya tersedia Mesin 1 sisi saja sehingga terkendala saat mengerjakan pengelasan pada wesel 2. Hasil dari gerinda pada rel yang sudah dilas menggunakan metode <i>thermit</i> belum semaksimal hasil dari metode <i>flashbutt</i> 3. Perlu dilakukan uji non visual terhadap kedua metode agar dapat	Strategi ST 1. Merencanakan Penambahan Mesin yang bisa berputar sehingga metode <i>flashbutt</i> bisa digunakan pada wesel. (S₁, T₁, T₂,)	Strategi WT 1. Memberikan pengawasan terhadap proses pembangunan agar cepat dioperasikan dan fasilitas tetap terjaga. (W₁, T₁, T₃)

diketahui secara pasti kualitas pengelasan untuk menjamin keselamatan perjalanan kereta api.		
--	--	--

Berdasarkan Tabel Analisis Swot diatas dapat dibandingkan kedua metode manakah yang lebih efektif yaitu pengelasan rel metode *flashbutt* untuk pembangunan jalur kereta api di lintas Mandai – Palanro dan dari kedua metode pengelasan rel tersebut perlu dilakukan uji *non visual* sehingga dapat diketahui secara pasti kualitas pengelasan untuk menjamin keselamatan perjalanan kereta api.

V.7 Pemecahan Masalah

Untuk meminimalisir anggaran yang dikeluarkan dan tetap menjaga efisiensi waktu, metode pengelasan *thermit* bisa diterapkan untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan. Namun agar waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan tidak terlalu lama, dapat diatasi dengan cara menambah tim kerja pada pengerjaannya menjadi tiga tim, sehingga waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pengelasan juga lebih sedikit. Adapun perhitungan waktu jika tim kerja ditambah menjadi tiga tim adalah sebagai berikut :

Jumlah titik las yang bisa dikerjakan dalam satu hari dapat bertambah hingga tiga kali lipat. Adapun jumlah titik las yang bisa dikerjakan dalam satu hari menjadi:

$$14 \text{ titik} \times 3 = 42 \text{ titik/hari}$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan setelah tim ditambah menjadi tiga tim :

Jumlah seluruh titik yang dilas : jumlah titik yang dilas/hari

$$2.672 : 42 = 64 \text{ hari}$$

Dengan menerapkan metode pengelasan *thermit* yang dikerjakan oleh tiga tim pada pengerjaan pengelasan, dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan, yaitu hanya 64 hari. Waktu ini lebih cepat daripada metode pengelasan *thermit* jika dikerjakan hanya dengan satu tim yang menghabiskan waktu 191 hari. Dengan cara ini, waktu menyelesaikan pengerjaan pengelasan juga bisa lebih cepat dari metode *flashbutt* yang membutuhkan waktu 83 hari.

BAB VI PENUTUP

VI.6 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbedaan dari pengelasan rel menggunakan Metode pengelasan *Thermit* dan metode *Flashbutt* dengan prosedur dan cara kerja, Metode *Flashbutt* saat ini bagus setelah Metode *Thermit*, dan untuk jalur kereta api dilintas Mandai – Palanro ini sangat dibutuhkan metode pengelasan *flashbutt* karena lebih efektif dibanding Metode *Thermit*.
2. Dapat dilihat dari analisis metode pengelasan dan analisis perbandingan kelebihan kekurangan Kedua Metode Pengelasan, Dalam segi waktu hanya membutuhkan 83 hari untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan sebanyak 2.672 titik lebih cepat dibanding metode *thermit* 191 hari. Dengan lebih cepatnya pembangunan jalur kereta api maka kereta api akan cepat dioperasikan dan masyarakat lebih cepat dalam beraktifitas sehari harinya. Dari segi efisiensi biaya, metode pengelasan *thermit* lebih efektif dan ekonomis, hanya membutuhkan Rp.4.676.000.000 untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan, sedangkan metode *flashbutt* membutuhkan biaya Rp.8.016.000.000 untuk menyelesaikan pengerjaan pengelasan. Dari segi mobilitas metode *thermit* mudah dipindahkan ke track lain, tetapi membutuhkan waktu yang lama dari tahap persiapan sampai selesai membutuhkan waktu ± 35 menit sedangkan Metode *Flashbutt* dikarenakan yang tersedia saat ini di Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan hanya 1 sisi mesin FBW dapat digunakan di track Lintas Raya saja.
3. Kinerja SDM saat ini jika dilihat dari kedua metode, hanya ada 1 tim, untuk itu butuh tambahan Tim atau disediakannya mesin *Flashbutt* yang bisa berputar agar dapat mengerjakan ditrack lainnya sehingga

pada track lain, seperti pada wesel bisa digunakan metode *flashbutt* ,tidak hanya dilintas raya saja.

VI.2 Saran

Berdasarkan pada kesimpulan analisis kedua metode pengelasan dari berbagai aspek, metode *flashbutt* efektif jika digunakan pada pengerjaan pengelasan lintas Mandai – Palanro dikarenakan Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan tahap pembangunannya perlu waktu yang cepat meyelesaikan proyek Jalur Kereta Api karena akan segera dioperasikan pada bulan Oktober 2022 nanti, antara lain :

1. Berdasarkan **Tabel V. 11** Perbandingan *Flashbutt* dan *Thermit* maka dapat disarankan untuk menggunakan metode *Flashbutt*.
2. Pengerjaan pembangunan jalur rel kereta api dengan menggunakan metode *flashbutt* sebaiknya dikerjakan oleh tiga tim, dan mesin H650 *FBW* yang lengkap serta peralatan lainnya dapat disediakan, Dengan lebih cepatnya pembangunan jalur kereta api maka kereta api akan cepat dioperasikan, dan jumlah titik yang dapat dilas dalam waktu sehari bisa tiga kali lipat lebih banyak jika pengerjaan pengelasan metode *flashbutt* dikerjakan oleh tiga tim.
3. Perlu dilakukan uji non visual terhadap kedua metode sehingga dapat diketahui secara pasti kualitas pengelasan untuk menjamin keselamatan perjalanan kereta api.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, (2003). Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan
- _____, (2007). Undang-Undang Nomor 23 Taun 2007 Tentang Perkeretaapian.
- _____, (2009). Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian.
- _____, (2012) Peraturan Menteri Nomor 67 Tahun 2012 Tentang Pedoman Perhitungan Biaya Perawatan Dan Pengoperasian Prasarana Perkeretaapian Milik Negara.
- _____, (2012) Peraturan Menteri Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.
- _____, (2021) Undang - Undang Nomor 54 Tahun 2021 tentang Angkutan Melalui Saluran Pipa Bidang Pengawas Pekerjaan Pengelasan Rel Kereta Api.
- _____, (2022) Pedoman Penulisan Kertas Kerja Wajib Program Studi Diploma III Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, Bekasi.
- Alip, M. (2020). "Teori Dan Praktek Las" Ilmu Bahan Logam Jilid II. Jakarta: Bharata Karya Aksara.
- Badan Standardisasi Nasional (2021). "Sambungan Las *Flashbutt* untuk Jalan Rel"
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat (2021). "Pedoman Analisa Harga Satuan Jalur Dan Bangunan Kereta Api" Kementrian Perhubungan. Jakarta.

Dwi Purwanto (2011). "Kekuatan sambungan metode *thermit* rel 54 untuk jalur lintas Angkutan BatuBara"

Harsono (2019). "Teknik pengelasan logam: *Welding, brazing, and soldering*" Pradnya Paramita. Jakarta.

Ratna Kartika Wiyati (2017). "Analisis Swot *Convention Hall*" Stikom Bali.

Sri Atmaja (2015). "Struktur Jalan Rel." Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yusronsayoga (2020). "*Flashbutt* (Pengelasan *Flashbutt*) Pada Rel Kereta Api"
[.https://www.yusronsayoga.com/2020/07/flash-butt-welding-pengelasan-flash-butt-pada-rel-kereta-api.html](https://www.yusronsayoga.com/2020/07/flash-butt-welding-pengelasan-flash-butt-pada-rel-kereta-api.html).

LAMPIRAN

	SURVEI WAAWANCARA DILAPANGAN	Disusun Oleh : IRMA YULIANI 19.03.049	PROGRAM STUDI DIPLOMA III POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD BEKASI - 2022	
---	---	--	---	---

PAKET	ITEM PEKERJAAN	PANJANG TRACK (M)	TARGET
CT.410	MTT	44+100 s/d 49+100	5 Juli- 7 Agustus 2022
	Las Flashnutt		
	HTT		
	Track Laying		
	Setting Bantalan		
	Balas		13-27 Juni 2022
	Ecer Rel		
	Ecer Bantalan		
	Subballast		
	Subrage		
	Fondation		

	SURVEI WAAWANCARA DILAPANGAN	Disusun Oleh : IRMA YULIANI 19.03.049	PROGRAM STUDI DIPLOMA III POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD BEKASI - 2022	
---	---	--	---	---

NO	PEKERJAAN	KM	TOTAL KM PENGELASAN REL	TITIK LAS
1	Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai –Palanro Palanro - Barru	Km 116+000 s/d Km 89+500	26 Km	1.040
2	Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai –Palanro Takkalasi - Barru - P. Garongkong	Km 100+000 s/d Km 89+500 s/d Km 4+700	14,7 Km	588
3	Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai - Palanro Barru - Tanete Rilau	Km 89+500 s/d Km 81+500	8 Km	320
4	Pembangunan Jalur KA Lintas Mandai - Palanro Maros(Depo)	Km 18+100	18,1 Km	724
TOTAL			66,8	2672



PTDI - STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

KARTU ASISTENSI

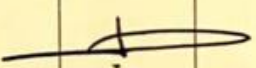
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN TAHUN AKADEMIK 2021/2022

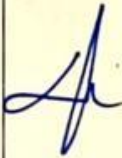
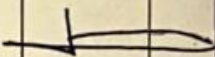
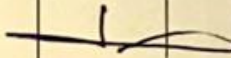
NAMA : IRMA YULIANI

NOTAR : 1903049

DOSEN : 1. AZHAR HERMAWAN RIYANTO, S.ST., MT.
2. THERESIA FAJAR P., ST., MT., IPP

JUDUL KKW : KAJIAN EFISIENSI METODE PENGELASAN REL DENGAN MENGGUNAKAN
METODE THERMIT DAN METODE FLASHBUTT PEMBANGUNAN JALUR
KERETA API DI UNTAS MANDAI - PALANG

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
1	1/2022 7	Revisi & Perbaikan Bab 1.		1	6/07/2022	Revisi & Perbaikan Bab 1.	
2	5/2022 7	Revisi & Perbaikan Bab 1.		2	12/07/2022	Revisi & Perbaikan Bab 2	
3.	14/2022 7	Revisi & Perbaikan Bab 2-3		3	15/07/2022	Revisi & Perbaikan Bab 3	

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
4.	22/07/2022	Revisi & Perbaikan Bab 4.		4	21/07/2022	Revisi & Perbaikan Bab 4	
5.	28/07/2022	Perbaikan Analisa & pembahasan		5		Revisi & Perbaikan Bab 5	
6.	30/07/2022	Ace Sidang		6		Revisi & Perbaikan Bab 6	