

INOVASI ALAT UKUR KUAT JEPIT PENAMBAT REL UNTUK PENGUJIAN DAN PERAWATAN JALUR KERETA API

Afnan Zidan Saputra

Program Studi D-III Teknologi Bangunan dan Jalur
Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan Lor,
Kec. Manguharjo, Kab. Madiun, Jawa Timur 63161

Muhammad Iqbal

Program Studi D-III Teknologi Bangunan dan Jalur
Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan Lor,
Kec. Manguharjo, Kab. Madiun, Jawa Timur 63161

Rusman Prihatanto¹

Program Studi D-III Teknologi Bangunan dan Jalur
Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan Lor,
Kec. Manguharjo, Kab. Madiun, Jawa Timur 63161

Adya Aghastya

Program Studi D-III Teknologi Bangunan dan Jalur
Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan Lor,
Kec. Manguharjo, Kab. Madiun, Jawa Timur 63161

Abstract

Railway fastening systems treatment and testing need assistance to save time and energy. The first railway fastening system clamping force measuring tools could measure the E-Clip fastening system. Excessive of the steel plate, the maximum height is 850 mm, and the weight reached 18 kg. The first-generation tools are designed to make mobility with the tools harder permanently. From this generation, railway fastening system clamping force measuring tools will be upgraded to more straightforward and more effective railway fastening system clamping force tools. The tools-making steps begin with the design process, which includes making all tool components, assembling them, and testing the tool's function at the Madiun Station emplacement. The tool testing results in the tool's function being according to the plan. The railway fastening system testing data supports it. The tools were also already capable of testing the E-Clip and DE-Clip railway fastening systems.

Keywords: design, clamping force, fastening system, E-Clip, DE-Clip

Abstrak

Perawatan dan pengujian penambat memerlukan alat bantu untuk menghemat waktu dan tenaga. Alat ukur kuat jepit penambat rel kereta api generasi pertama digunakan untuk mengukur kuat jepit penambat *E-Clip*. Pelat besi yang berlebihan, tinggi maksimal alat 850 mm dan berat alat mencapai 18 kg. Alat generasi pertama didesain secara tetap membuat mobilisasi alat tidak mudah. Dari alat ukur kuat jepit penambat generasi pertama akan dilakukan inovasi agar alat ukur kuat jepit penambat mudah dan praktis. Tahapan pembuatan alat dimulai dengan proses desain, pembuatan semua komponen alat, perakitan dan uji fungsi alat yang dilakukan di emplasemen Stasiun Madiun. Dari hasil uji yang dilakukan terhadap alat didapatkan hasil bahwa fungsi alat telah sesuai dengan rencana. Hal tersebut juga didukung oleh data hasil pengujian kuat jepit penambat. Alat juga telah mampu digunakan dalam pengujian penambat *E-Clip* dan *DE-Clip*.

Kata Kunci: rancang bangun, kuat jepit, penambat, *E-Clip*, *DE-Clip*

PENDAHULUAN

Sistem transportasi kereta api adalah salah satu sarana transportasi yang penting dan efisien dalam menghubungkan wilayah – wilayah di suatu negara. Jalur kereta api sebagai

¹ Corresponding author: rusman@ppi.ac.id

infrastruktur utama perlu dijaga dengan baik agar tetap beroperasi dengan aman, efisien, dan andal (Rosyidi, 2015). Pengujian dan perawatan rutin pada jalur kereta api menjadi kegiatan yang kritis dalam memastikan keberlanjutan dan keselamatan operasional kereta api (Perhubungan Indonesia, 2011). Penambat rel menjadi komponen yang penting dan berfungsi untuk memastikan bahwa rel tetap dalam posisi yang benar dan tidak bergerak saat terkena beban dari kereta api. Perawatan penambat dilakukan agar penambat dalam kondisi baik dan berfungsi sehingga aman untuk pengoperasian kereta api (Atmaja *et al.*, 2021). Kuat jepit penambat rel harus dipantau secara rutin untuk mencegah kemungkinan kerusakan pada infrastruktur jalur. Namun hingga saat ini, metode pengujian dan perawatan kuat jepit penambat rel masih dilakukan dengan cara manual, yang memakan waktu dan tenaga (Maulana, 2022). Selain itu, keakuratan dan efisiensi proses pengujian tersebut juga masih menjadi perhatian. Oleh karena itu, diperlukan sebuah inovasi alat ukur kuat jepit penambat rel yang dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi pengujian serta perawatan jalur kereta api. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah alat yang mampu membantu kegiatan pengujian dan perawatan penambat. Alat ini akan didesain untuk dapat mengukur kuat jepit penambat rel secara manual dan mampu menampilkan nilai kuat jepit penambat. Dengan demikian, teknisi dapat dengan cepat mendeteksi nilai kuat jepit dan menentukan tindakan perawatan yang tepat. Dalam pengembangan alat ini, akan dilakukan studi mendalam tentang karakteristik dan persyaratan teknis dari penambat rel yang ada. Selain itu, perlu dilakukan penelitian terhadap sistem kerja alat yang akan dikembangkan.

Gambar 1 merupakan alat ukur kuat jepit penambat generasi pertama masih terdapat beberapa kekurangan (Rahmawati, 2022). Alat ukur kuat jepit generasi penambat pertama hanya dapat digunakan untuk mengukur kuat jepit penambat *E-Clip* (Prihatanto *et al.*, 2022).



Gambar 1. Alat Ukur Kuat Jepit Penambat Generasi Pertama

Dari penelitian tersebut maka diperlukan peningkatan alat dengan penyederhaan dimensi, tidak menggunakan *shackles*, fungsi yang dapat untuk penambat *E-Clip* dan *DE-Clip* dan sifat konstruksi yang dapat dibongkar pasang (*breakdown*). Penelitian ini bertujuan untuk

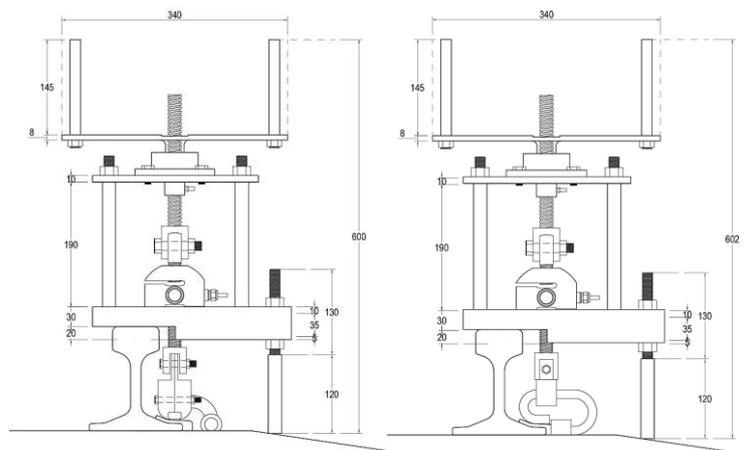
membuat dan meningkatkan fungsi alat ukur kuat jepit penambat agar lebih mudah, efisien dan bertambah kegunaannya.

PROSES PEMBUATAN

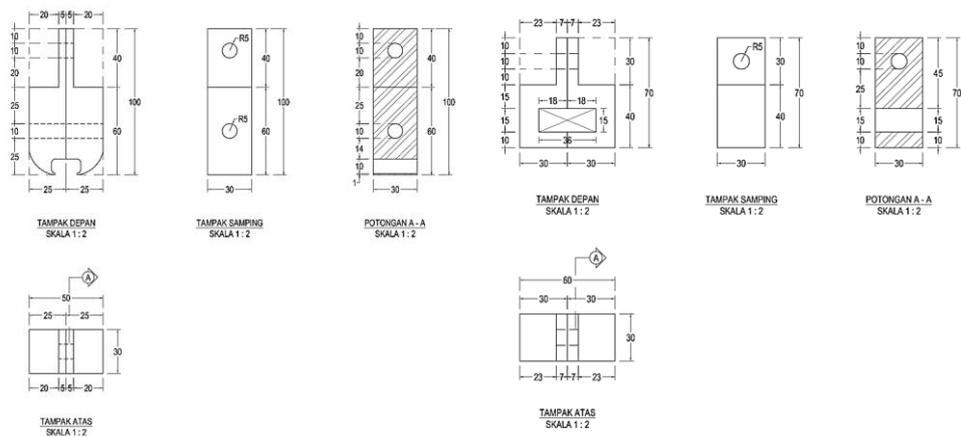
Proses pembuatan alat ukur kuat jepit penambat generasi kedua terdapat beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dengan proses desain dengan *software AutoCAD* dan *SketchUp*, kemudian pembuatan kerangka utama, *longdrat*, tuas dan rumah *bearing*, penjepit penambat dan penghubung *load cell*, *finishing*, proses perakitan dan pengujian fungsi alat.

Desain

Alat ukur kuat jepit penambat generasi kedua merupakan modifikasi dari alat generasi pertama dengan beberapa peningkatan dan penyempurnaan. Gambar 3 merupakan desain 2 dimensi alat generasi kedua dengan panjang 300 mm, lebar 220 mm, tinggi 600 mm dengan menggunakan tebal plat 10 mm. Alat generasi kedua dapat digunakan untuk penambat *E-Clip* dan *DE-Clip* dengan desain bentuk penjepit yang disesuaikan dengan jenis penambat yang akan diuji, seperti pada Gambar 4. Penjepit penambat dibuat dari material as besi segiempat 30 mm x 30 mm. Tampilan 3 dimensi dari alat ukur kuat jepit penambat generasi kedua dibuat dengan *software SketchUp* seperti pada Gambar 5.



Gambar 2. Desain 2 Dimensi Alat Generasi Kedua



Gambar 3. Desain Penjepit Penambat *E-Clip* dan *DE-Clip*



Gambar 4. Tampilan 3 Dimensi Alat Generasi Kedua

Pembuatan Alat

Proses pembuatan alat ukur kuat jepit penambat generasi kedua melalui beberapa tahapan. Tahapan tersebut meliputi persiapan material dan bahan, pembuatan tanda dan sketsa sesuai dengan desain, pembuatan kerangka utama, komponen penjepit dan komponen penghubung *load cell*, pekerjaan *finishing* atau pengecatan, kemudian perakitan semua komponen untuk pengujian kuat jepit penambat. Material dan komponen alat yang digunakan untuk pembuatan dan perakitan alat ukur kuat jepit penambat generasi kedua dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Material dan Komponen Alat

No	Komponen	Material
1	Kerangka utama - <i>longdrat</i> - tuas - kaki penahan - tiang penyangga	Plat besi tebal 10 mm dan 8 mm As besi bulat diameter 20 mm dan 40 mm <i>Bearing 6007 2RS</i> Baut, mur dan <i>ring plate</i>

No	Komponen	Material
	- plat atas dan plat bawah	
2	Komponen pengukur	<i>Load cell</i> Indikator <i>load cell</i>
3	Penjepit	As besi segiempat 30 mm x 30 mm <i>Waterpass</i>
4	Komponen pendukung	<i>Feeler gauge</i> Plat tebal 0,3 mm Kunci pas dan kunci inggris Kunci <i>shock</i> dan <i>ratchet</i>

Pembuatan alat ukur kuat jepit penambat dilakukan sesuai dengan desain yang telah dibuat dan menggunakan bantuan alat permesinan. Alat permesinan yang digunakan seperti : mesin bubut, mesin bor, mesin gerinda, mesin gergaji (potong besi), mesin potong plat dan mesin las. Dimulai pembuatan kerangka utama alat dengan 4 plat besi tebal 10 mm untuk plat atas, plat bawah, dan 2 sisi plat bagian bawah, serta 4 buah as besi bulat diameter 20 mm dengan panjang 260 mm untuk tiang penyangga. Pembuatan *longdrat* dari as besi bulat diameter 40 mm panjang 250 mm yang disesuaikan dengan *bearing* 6007 2RS serta rumah *bearing* yang dapat dibongkar pasang. Pembuatan tuas alat dari plat tebal 8 mm panjang 340 mm dengan jarak as ditengah terhadap masing - masing pegangan 150 mm.

Pembuatan komponen penjepit penambat yang didesain sesuai dengan bentuk penambat *E-Clip* dan *DE-Clip*. Penjepit penambat *E-Clip* dari as besi segiempat 30 mm x 30 mm tinggi 100 mm, sedangkan as besi segiempat 30 mm x 30 mm tinggi 70 mm untuk penjepit penambat *DE-Clip*. Pembuatan komponen penghubung *load cell* sesuai desain yang menghubungkan antara *load cell* dengan *longdrat* dan penjepit penambat.

Perapihan dan pengecekan kembali semua komponen dipastikan sesuai dengan desain. Kemudian pekerjaan *finishing* yaitu pengamplasan seluruh permukaan komponen alat (kecuali bagian ulir) agar bebas dari minyak, karat dan kotoran lainnya. Setelah seluruh permukaan dipastikan bersih, dilanjutkan proses pengecatan dengan lapisan dasar, lapisan warna kuning dan hitam hingga 2 – 3 kali. Simpan semua komponen setelah lapisan cat benar – benar kering.

PENGUJIAN ALAT

Uji fungsi alat ukur kuat jepit penambat dilakukan percobaan langsung secara sistematis ketika alat sudah selesai dibuat, dirakit dan siap untuk dioperasikan. Pengujian alat dilakukan di emplasemen Stasiun Madiun dengan melakukan uji terhadap sampel penambat sesuai dengan ISO-22074-7-2021 (International Standrad Organization, 2021). Pengujian fungsi alat dilakukan secara langsung pada penambat *E-Clip* dan *DE-Clip* pada jalan rel. Tujuan dalam penelitian ini yaitu alat mampu mengukur kekuatan jepit sebuah penambat yang terpasang pada jalan rel.

Perakitan Alat

Dalam pelaksanaan perakitan alat dilakukan analisa terhadap hal – hal yang menjadi hambatan dalam tahapan perakitan. Hal – hal yang menjadi catatan pada setiap tahapan perakitan disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Uji Perakitan Alat

No	Tahapan	Hasil
1	Mempersiapkan komponen alat	Tidak ditemui kendala yang berarti
2	Merangkai tuas dan plat atas	Kegiatan dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa kunci <i>shock</i> ukuran 17 Tidak ada kendala yang berarti pada tahapan ini
3	Menyatukan komponen plat atas, tiang penyangga, dan plat bawah	Kendala yang terjadi saat tahapan ini adalah pada saat memasukkan komponen tiang penyangga ke lubang yang telah ditentukan di komponen plat atas maupun plat bawah. Ini dikarenakan lubang yang dibuat pada komponen plat sangat pas dengan diameter komponen tiang penyangga. Pengencangan baut komponen tiang penyangga menggunakan kunci ukuran 24
4	Memasang kaki penahan	Tidak ada kendala pada tahapan ini karena lubang pada plat bawah sudah lebih besar dari diameter <i>drat</i> kaki penahan. Pengencangan baut kaki penahan menggunakan kunci ukuran 24
5	Menyesuaikan ketinggian kaki penahan	Pada tahapan ini mendapatkan kesulitan ketika harus melakukan penyesuaian terhadap kaki penahan sekaligus melakukan penahanan terhadap plat bawah supaya tidak terus menerus bergerak dikarenakan baut yang belum dikencangkan
6	Memasang komponen <i>longdrat</i> dan merakit komponen pengukur	Tidak ditemui kendala yang berarti

Pengoperasian Alat

Tahapan pengoperasian alat yaitu ketika alat sudah terakit pada jalan rel dan siap dioperasikan. Dalam pengoperasian alat dilakukan analisa terhadap hal – hal yang menjadi hambatan dalam tahapan pengoperasian. Hal – hal yang menjadi catatan pada setiap tahapan pengoperasian disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Uji Pengoperasian Alat

No	Tahapan	Hasil
1	Menyiapkan alat uji dan alat bantu yang akan digunakan	Tidak ada kesulitan yang berarti
2	Menempatkan rangka utama	Penempatan rangka utama kadang tidak langsung sesuai kerataannya sehingga perlu dilakukan penyetelan kerataan ulang
3	Menempatkan komponen pengukur ditengah rangka dan menghubungkan dengan <i>longdrat</i>	Pada pelaksanaan kegiatan ini mengalami kesulitan dalam memasukkan baut dikarenakan rung dari rangka yng cukup kecil dan ukuran baut yang pas dengan lubang yang telah dibuat.
4	Menyalakan indikator <i>load cell</i> dan menunggu hingga muncul angka nol tanda <i>load cell</i> siap digunakan	Tidak ada kesulitan yang berarti

No	Tahapan	Hasil
5	Memberikan gaya tarik dengan cara memutar tuas	Terkadang putaran tuas akan lebih berat sehingga perlu dilakukan pelumasan untuk menjaga <i>drat</i> tetap licin dan dapat menghambat keausan
6	Memasukkan plat 0,3 mm	Tidak ada kesulitan yang berarti
7	Mengendurkan gaya Tarik hingga plat terjepit dan kembali mengatur indikator di angka nol	Kegiatan mengembalikan indikator di angka nol akan mengalami kesulitan
8	Memberikan gaya tarik kedua sampai plat yang terjepit dapat dicabut dengan mudah	Kesulitan terletak pada saat memberikan gaya tarik yang perlahan dikarenakan hanya memerlukan kemudahan dalam menarik plat
9	Mencatat angka yang muncul pada indikator	Disinilah peran orang kedua yang dapat membantu mencatat hasil pengujian sehingga dapat menghemat waktu pengujian
10	Pengujian selesai, alat dapat diringkas kembali	Tidak ada kesulitan yang berarti

Perbandingan Alat

Perbandingan alat ukur kuat jepit penambat dilakukan dengan membandingkan komponen – komponen dari alat generasi pertama dan alat generasi kedua. Tampilan visual perbandingan antara alat generasi pertama dengan alat generasi kedua dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Alat Ukur Kuat Jepit Penambat Generasi Pertama dan Generasi Kedua

Aspek – aspek perbandingan alat generasi pertama dan alat generasi kedua seperti Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 4. Perbandingan Alat Ukur Kuat Jepit Generasi Pertama dan Generasi Kedua

No	Aspek Perbandingan	Alat Generasi Pertama	Alat Generasi Kedua
1	Berat Alat	18 kg	15 kg
2	Dimensi	850 mm x 300 mm	600 mm x 300 mm
3	Jenis <i>Longdrat</i>	Ulir Segitiga	Ulir Kotak
4	Fungsi	Hanya untuk menguji penambat <i>E-Clip</i>	Dapat untuk menguji penambat <i>E-Clip</i> dan <i>DE-Clip</i>
5	Waktu Perakitan dan Pengoperasian	15 menit	20 menit
6	Sistem Instalasi Alat	Permanen	Dapat dibongkar pasang

No	Aspek Perbandingan	Alat Generasi Pertama	Alat Generasi Kedua
7	Komponen Pendukung	Menggunakan <i>shackle</i> sebagai komponen penghubung	Tidak memerlukan <i>shackle</i> sebagai komponen penghubung
8	Biaya Pembuatan	Rp. 6.220.015,00	Rp. 6.855.200,00

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian terhadap alat dan telah dilakukan untuk melakukan pengujian kuat jepit penambat sebanyak 3 kali terhadap 30 sampel penambat maka didapatkan kondisi alat setelah dilakukan pengujian adalah sebagai berikut:

1. Pada komponen *longdrat* terdapat keausan yang diakibatkan oleh kegiatan pengujian penambat.
2. Dalam aspek penampilan ditemukan cat dari alat yang mengalami lecet akibat gesekan dengan alat bantu perakitan dan pengoperasian alat seperti kunci pas dan kunci *shock*.
3. Kegiatan perakitan dan pengoperasian alat yang apabila dilakukan oleh 1 orang memerlukan waktu 25 menit dan apabila dilakukan oleh 2 orang memerlukan waktu 20 menit.
4. Alat telah berfungsi dengan baik karena telah dapat digunakan dalam melakukan kegiatan pengujian penambat jenis *E-Clip* dan *DE-Clip*. Hal ini dibuktikan dengan data hasil pengujian kuat jepit penambat yang disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian *E-Clip*

No Sampel	Hasil			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1	888 kgf	879 kgf	884 kgf	883,7 kgf
2	883 kgf	896 kgf	915 kgf	898,0 kgf
3	816 kgf	824 kgf	820 kgf	820,0 kgf
4	872 kgf	861 kgf	878 kgf	870,3 kgf
5	885 kgf	869 kgf	881 kgf	878,3 kgf

Dari hasil pengujian penambat *E-Clip* menunjukkan bahwa hasil nilai kuat jepit penambat *E-Clip* sesuai SNI 11-3677 1995 dengan nilai 750 kgf hingga 1300 kgf, namun tidak sesuai Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 dengan nilai 900 kgf hingga 1300 kgf.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian *DE-Clip*

No Sampel	Hasil			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1	1018 kgf	1038 kgf	981 kgf	1012,3 kgf
2	863 kgf	907 kgf	942 kgf	904,0 kgf
3	1022 kgf	1032 kgf	1013 kgf	1022,3 kgf
4	1040 kgf	1044 kgf	1020 kgf	1034,7 kgf
5	971 kgf	989 kgf	979 kgf	979,7 kgf

Dari hasil pengujian penambat *DE-Clip* menunjukkan bahwa hasil nilai kuat jepit penambat *DE-Clip* sesuai SNI 11-3677 1995 dengan nilai 750 kgf hingga 1300 kgf dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 dengan nilai 900 kgf hingga 1300 kgf.

KESIMPULAN

Alat ukur kuat jepit penambat rel kereta api generasi kedua merupakan peningkatan dari kekurangan – kekurangan alat sebelumnya, sehingga terdapat peningkatan signifikan pada alat generasi kedua. Setelah dilakukan proses pengujian didapatkan hasil ketahanan alat yang sudah cukup baik dilihat dari segi kerusakan alat yang minimal meskipun telah digunakan dalam kegiatan pengujian 30 sampel penambat yang masing – masing sampel diuji sebanyak 3 kali. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa waktu pengujian apabila dilakukan oleh 1 orang akan memerlukan waktu 25 menit dan apabila dilakukan oleh 2 orang akan memerlukan waktu 20 menit. Hasil membandingkan alat kedua dengan alat pertama didapatkan hasil bahwa alat kedua lebih ringkas karena dapat dibongkar pasang sehingga menghemat ruang penyimpanan dan fungsi alat yang dapat digunakan untuk melakukan pengujian terhadap penambat *E-Clip* dan *DE-Clip*. Hasil pengujian kuat jepit penambat *E-Clip* dan *DE-Clip* sesuai dengan yang disyaratkan pada SNI 11-3677 1995 dengan nilai 750 kgf hingga 1300 kgf dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 dengan nilai 900 kgf hingga 1300 kgf.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada seluruh civitas akademika Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun yang telah mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, D.S. *et al.* (2021) ‘Perancangan Dan Pembuatan Prototype Alat Pemasang Dan Pelepas *E-Clip* Hidrolis Pada Perawatan Jalan Rel’, 5(2), pp. 22–31.
- International Standard Organization (2021) *International Standard ISO 22074-7, Railway infrastructure, Rail, fastening systems.*
- Maulana, D.F. (2022) *Desain Dan Pembuatan Alat Pengukur Clamping Force Penambat Rel Kereta Api.* Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun.
- Perhubungan Indonesia, K. (2011) *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian.* Indonesia.
- Prihatanto, R. *et al.* (2022) ‘SOSIALISASI PEMERIKSAAN KUAT JEPIT PENAMBAT REL KERETA API DENGAN ALAT PPI CF01 DI BALAI PERAWATAN’, 2(2), pp. 648–652.
- Rahmawati, R.F. (2022) *Metode Pengujian Alat Ukur Clamping Force Penambat.* Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun.
- Rosyidi, S.A.P. (2015) *Rekayasa Jalan Kereta Api ‘Tinjauan Struktur Jalan Rel’.* 4th edn. LP3M-Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.