

## PEMETAAN SARANA PERALATAN KHUSUS UNTUK PEMELIHARAAN BALAS PADA JALUR KERETA API DI INDONESIA

### *Mapping the Railway Maintenance Fleet for Ballast Maintenance in Indonesia*

Aryadhatu Dhaniswara\*, Imam Muthohar\*, Utama Sektiaji\*

\*Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,  
Yogyakarta, Indonesia

Email : [aryadhatudhaniswara@mail.ugm.ac.id](mailto:aryadhatudhaniswara@mail.ugm.ac.id), [imam.muthohar@ugm.ac.id](mailto:imam.muthohar@ugm.ac.id),  
[hutama.sektiaji@mail.ugm.ac.id](mailto:hutama.sektiaji@mail.ugm.ac.id)

Manuscript received: 23 Agustus 2025

Accepted: 23 September 2025

### Abstrak

Pemeliharaan balas merupakan salah satu kegiatan penting untuk menjaga keandalan jalur kereta api. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kebutuhan sarana peralatan khusus dalam pemeliharaan balas jalan rel berdasarkan panjang jalur, frekuensi perawatan, dan produktivitas peralatan. Metode penelitian dilakukan dengan menghitung produktivitas rata-rata dari berbagai jenis mesin pemeliharaan balas seperti *tamping machine*, *ballast regulator & profiling*, dan *ballast stabilization & consolidation*, kemudian dibandingkan dengan ketersediaan sarana yang dimiliki oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian, PT Kereta Api Indonesia, dan pihak swasta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun ketersediaan *tamping machine* relatif mencukupi, terdapat kekurangan signifikan pada sarana *ballast regulator & profiling* serta *ballast stabilization* hampir di seluruh jaringan jalur kereta api di Indonesia. Kondisi ini semakin menurun jika hanya memperhitungkan sarana dengan usia produksi di atas tahun 2000, sehingga diperlukan penambahan dan distribusi ulang peralatan untuk menjamin pemeliharaan balas yang optimal.

Kata kunci : Sarana peralatan khusus, Kereta perawatan jalan rel, Perawatan jalan rel, Perawatan balas, Pemetaan.

## PENDAHULUAN

Jalur kereta api memiliki struktur yang cukup kompleks sehingga membutuhkan peralatan khusus dalam perawatannya. Sarana peralatan khusus untuk perawatan jalan rel memegang peran penting dalam menentukan kualitas serta produktivitas pemeliharaan jalur kereta api, saat ini terdapat beragam sarana kereta api yang dirancang untuk membantu berbagai jenis perawatan jalan rel (Ilinykh et al., 2022). Di Indonesia, sarana kereta api peralatan khusus digunakan dalam merawat jalur kereta api khususnya pekerjaan yang berhubungan dengan balas, seperti *ballast tamper*, *ballast regulator*, dan *dumping machine*. Pemerintah melalui Direktorat Sarana dan Balai Perawatan Kereta Api, Direktorat Jenderal Perkeretaapian mempersiapkan sarana kereta api peralatan khusus untuk merawat jalur kereta api yang dimiliki oleh negara. Terdapat beberapa jenis sarana peralatan khusus yang dioperasikan oleh Direktorat Sarana dan Balai Perawatan Kereta Api, mulai dari *ballast tamping machine*, lokomotif, gerbong terbuka, gerbong datar, kereta inspeksi, kereta ukur, *rail excavator*, *bridge inspection car*, *track motor car*, *railway crane*, lori inspeksi, dan sarana khusus lain. Sarana peralatan khusus ini diharapkan dapat mendukung prasarana perkeretaapian baik jalan rel, jembatan, dan terowongan dalam keadaan yang andal dan laik operasi.

Perkeretaapian saat ini menghadapi tantangan berupa peningkatan permintaan, sehingga pembangunan jalur baru menjadi suatu keniscayaan di berbagai negara. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, diperlukan solusi yang lebih hemat biaya dari perspektif siklus hidup. Hal ini dapat dicapai tidak

hanya melalui desain infrastruktur yang optimal, tetapi juga dengan menemukan cara pemeliharaan yang efisien sepanjang umur layan infrastruktur (Santos & Teixeira, 2012). Salah satu perawatan yang memiliki sarana kereta api peralatan khusus adalah perawatan balas. Hampir 50% dari biaya perawatan jalur kereta api digunakan untuk perawatan struktur atas jalan rel, dan sisanya digunakan untuk perawatan jalur kereta api (Przybylowicz et al., 2020). Besarnya biaya perawatan struktur atas jalan rel dan jalur kereta api di Indonesia yang didominasi dengan jalan rel tipe balas, maka jalan rel memerlukan perawatan rutin, khususnya balas. Dengan kondisi saat ini perlu dilakukan kebutuhan sarana peralatan khusus sebagai kereta perawatan jalan rel khususnya balas. Sarana kereta api peralatan khusus yang dikelola oleh Pemerintah, PT Kereta Api Indonesia, dan pihak swasta dapat dipetakan dan ditingkatkan untuk mendukung perawatan jalur kereta api.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sarana Kereta Api Peralatan Khusus

Sarana kereta api di Indonesia, terbagi menjadi beberapa jenis menurut fungsinya yakni lokomotif, kereta, gerbong, dan peralatan khusus (Pemerintah Republik Indonesia, 2007). Sarana kereta api peralatan khusus adalah sarana perkeretaapian yang tidak digunakan untuk angkutan penumpang atau barang (non-produksi), tetapi digunakan dalam keperluan khusus, seperti kereta inspeksi, kereta penolong, kereta derek, kereta ukur, dan kereta pemeliharaan jalan rel (Pemerintah Republik Indonesia, 2009).

Terdapat beberapa jenis sarana peralatan khusus yang diproduksi secara global, sarana peralatan khusus perawatan jalan rel terbagi menjadi. Berdasarkan fungsinya sarana peralatan khusus dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1** Sarana peralatan khusus berdasarkan jenis dan fungsi

| Klasifikasi                        | Jenis Sarana                                       | Fungsi                                  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Perawatan Khusus Rel               | <i>Mobile Rail Rectification</i>                   | Pengelasan/ penyambungan rel            |
|                                    | <i>Rail Milling/Grinding Train</i>                 | <i>Milling</i> dan <i>grinding</i> rel  |
| Perawatan Komponen Sistem Penambat | <i>Rail Lifters/Plate Inserters</i>                | Pengangkatan rel                        |
|                                    | <i>Clip Machines</i>                               | Memasang & melepas <i>clip</i>          |
|                                    | <i>Anchor Machines</i>                             | Memasang baut <i>anchor</i>             |
|                                    | <i>Screw Related Machines</i>                      | Memasang baut penambat                  |
|                                    | <i>Spike-Driving Machines</i>                      | Memasang penambat                       |
|                                    | <i>Spike-Pulling Machines</i>                      | Melepas penambat                        |
| Perawatan Komponen Bantalan        | <i>Tie Equipment</i>                               | Memasang dan melepas bantalan           |
|                                    | <i>Tie Pluggers and Drills</i>                     | Melubangi bantalan untuk penambat       |
| Perawatan Komponen Balas           | <i>Ballast Tamper</i>                              | Memecok balas                           |
|                                    | <i>Ballast Regulator &amp; Profiling</i>           | Mem-profil dan merapikan balas          |
|                                    | <i>Ballast Stabilization &amp; Consolidation</i>   | Memadatkan balas                        |
|                                    | <i>Ballast Bed Cleaner</i>                         | Mencuci balas                           |
|                                    | <i>Ballast Logistic and Laying</i>                 | Menghampar balas                        |
| Rehabilitasi Jalur Kereta Api      | <i>Formation Rehabilitation</i>                    | Memperbaiki lapisan bawah               |
|                                    | <i>Track Renewal and Track Laying</i>              | Mengganti atau memasang jalan rel       |
| Perawatan Komponen Wesel           | <i>Rewear and Laying Turnout</i>                   | Mengganti atau memasang wesel           |
| Perawatan Komponen Elektrifikasi   | <i>Motor Tower Cars</i>                            | Membantu perawatan LAA                  |
|                                    | <i>Catenary Renewal &amp; Installation Machine</i> | Mengganti atau memasang LAA             |
| Peralatan Khusus Monitoring        | <i>Track Recording Car</i>                         | Mengukur kondisi jalan rel              |
|                                    | <i>Track Inspection Car</i>                        | Melakukan inspeksi jalan rel            |
|                                    | <i>Tunnel Inspection Car</i>                       | Melakukan inspeksi terowongan jalan rel |

| Klasifikasi    | Jenis Sarana                   | Fungsi                                                 |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Peralatan Lain | <i>Bridge Inspection Car</i>   | Melakukan inspeksi jembatan jalan rel                  |
|                | <i>Railway Crane</i>           | <i>Crane</i> yang dapat berfungsi pada jalan rel       |
|                | <i>Railroad Excavator</i>      | Memecok & merapikan balas, memasang & melepas bantalan |
|                | <i>Railroad Fleet/Trailers</i> | Mengangkut Sarana KA                                   |

Sumber: Geismar, 2025; Harsco Rail, 2025; Liebherr, 2025; Linsinger Maschinenbau, 2025; Matisa Matériel Industriel S.A., 2025; Nordco, 2025; Plasser & Theurer, 2025; Techne Kirow, 2025; Vaia Car, 2025; Zagro Group, 2025

Terdapat beberapa jenis sarana peralatan khusus yang beroperasi di Indonesia, seperti Kereta Inspeksi, Kereta Ukur, *Multi Tie Tamper (Tamping Machine)*, *Ballast Regulator & Profiling*, *Ballast Stabilization & Consolidation*, *Railway Crane*, *Railway Excavator*, Lori Inspeksi, *Track Motor Car*, *Rail Milling*, *Rail Rectification*, dan *Bridge Inspection Car (BIC)*.

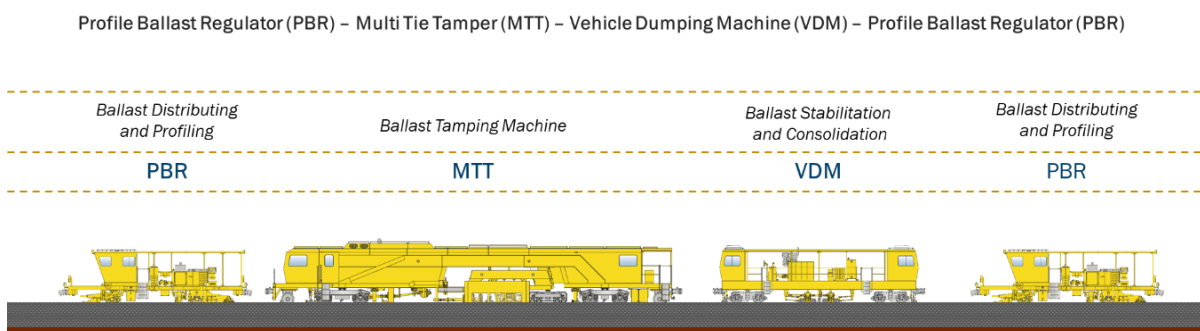
### Perawatan Balas Menggunakan Sarana Peralatan Khusus

Perawatan balas perlu dilakukan secara periodik. Perbaikan geometri jalur kereta api dengan periode dua bulan didapatkan tingkat keandalan jalur kereta api di atas 76%, periode tiga bulan didapatkan tingkat keandalan mencapai 65% hingga 76%, dan periode enam bulan didapatkan tingkat keandalan diantara 44% hingga 65% (Caetano & Teixeira, 2016). Standar perawatan jalur kereta api di Indonesia mewajibkan penggunaan sarana peralatan khusus dalam perbaikan jalan rel setiap enam bulan (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2011).

Sarana peralatan khusus atau Kereta Perawatan Jalan Rel (KPJR) yang digunakan dalam perawatan balas di Indonesia adalah *ballast tamping machine*, *ballast regulator & profiling*, dan *ballast stabilization & consolidation*. Perawatan balas jalan rel kereta api berdasarkan Hendra & Effendi, 2016 menggunakan sarana peralatan khusus memiliki urutan penggunaan sarana, dimulai

- 1) sarana *ballast regulator & profiling*,
- 2) sarana *ballast tamping machine*,
- 3) sarana *ballast stabilization & consolidation*, dan
- 4) sarana *ballast regulator & profiling*.

Urutan penggunaan sarana peralatan khusus perawatan balas dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Penggunaan sarana peralatan khusus dalam perawatan balas jalan rel  
(Sumber: Hendra & Effendi, 2016; Plasser & Theurer, 2025 dengan perubahan)

Produktivitas sarana peralatan khusus untuk perawatan balas jalan rel diperhitungkan berdasarkan spesifikasi beberapa sarana peralatan khusus yang digunakan di Indonesia, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Produktivitas sarana peralatan khusus perawatan balas

| Jenis Mesin                     | Produktivitas | Satuan    |
|---------------------------------|---------------|-----------|
| Plasser Theurer Seri 07-16G     | 250           | meter/jam |
| Plasser Theurer Seri 09-16 CAT  | 700           | meter/jam |
| Plasser Theurer Seri 09-16 CSM  | 1200          | meter/jam |
| Plasser Theurer Seri 09-32 CSM  | 1800          | meter/jam |
| Matisa Seri B45D                | 1200          | meter/jam |
| Harsco Seri Mark VI             | 700           | meter/jam |
| Plasser Theurer Seri 08-275/3S  | 400           | meter/jam |
| Plasser Theurer Seri PBR 400    | 250           | meter/jam |
| Plasser Theurer Seri VDM 800 GS | 300           | meter/jam |

Sumber: Harsco Rail, 2025; Matisa Matériel Industriel S.A., 2025; Plasser & Theurer, 2025

Prasarana kereta api merupakan infrastruktur untuk mendukung operasional kereta api, terdiri atas jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api (Pemerintah Republik Indonesia, 2007). Jalur kereta api terdiri atas jalan rel, terowongan, dan jembatan. Jalan rel sendiri adalah suatu kesatuan konstruksi yang dapat terbuat dari baja, beton, atau material lain, yang dibangun di atas, di bawah, maupun menggantung, lengkap dengan perangkat pendukungnya untuk mengarahkan pergerakan kereta api (Pemerintah Republik Indonesia, 2007).

Panjang jalur kereta api di Indonesia pada tahun 2023 memiliki total panjang 6.854,91km dengan panjang jalur kereta api di Sumatera Bagian Utara 721,38km, Sumatera Bagian Barat sepanjang 232,41km, Sumatera Bagian Selatan 909,29km, DKI Jakarta dan Banten sepanjang 983,37km, Jawa Barat sepanjang 1.211,87km, Jawa Tengah sepanjang 1.601,16, Jawa Timur sepanjang 1.086,55km, dan Sulawesi Selatan sepanjang 108,88km (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2023).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini melihat sebaran jaringan jalur kereta api di Indonesia dan ketersediaan sarana peralatan khusus untuk merawat balas. Pelaksanaan perawatan balas jalan rel dilaksanakan dalam waktu *Window Time* (WT), waktu ketika tidak terdapat perjalanan kereta api pada suatu jalur kereta api. Produktivitas sarana peralatan khusus perawatan balas per hari ( $P_{\text{Harian}}$ ) diperhitungkan dengan persamaan 1 dengan  $PS_i$  merupakan produktivitas sarana peralatan khusus,  $n$  adalah jumlah sarana peralatan khusus yang diperhitungkan, dan  $W_p$  adalah waktu pelaksanaan pekerjaan perawatan balas jalan rel.

$$P_{\text{Harian}} = \frac{\sum_{i=1}^n PS_i}{n} \times W_p \quad \dots\dots\dots (1)$$

Produktivitas sarana diperhitungkan dalam hari kerja berdasarkan frekuensi perawatan balas menggunakan sarana kereta api peralatan khusus. Kebutuhan sarana peralatan khusus ( $K_s$ ) untuk melaksanakan perawatan balas diperhitungkan dengan persamaan 2, dimana  $P_{JR}$  merupakan panjang jalur kereta api yang diperhitungkan,  $H_{\text{kerja}}$  adalah hari kerja dalam satu tahun, dan  $Frek_{\text{Tahunan}}$  merupakan frekuensi perawatan balas dalam satu tahun.

$$K_s = \frac{P_{\text{JKA}} \div P_{\text{Harian}}}{H_{\text{kerja}} \div Frek_{\text{Tahunan}}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sarana Kereta Api Peralatan Khusus

Produktivitas sarana peralatan khusus perawatan jalan rel diperhitungkan dari data produktivitas pada Tabel 2. Didapatkan rerata produktivitas sarana tamping machine sebesar 892,86meter/jam. Pelaksanaan perawatan dengan menggunakan Window Time tersebut diasumsikan waktu pelaksanaan ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Waktu pelaksanaan pekerjaan perawatan balas jalan rel

| No                    | Pekerjaan                                               | Waktu | Satuan |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|-------|--------|
| 1                     | Persiapan                                               | 1     | jam    |
| 2                     | Mobilisasi                                              | 1     | jam    |
| 3                     | Demobilisasi                                            | 1     | jam    |
| 4                     | Pengukuran Lapangan dan <i>Setting</i> Sarana           | 1,5   | jam    |
| 5                     | Menunggu <i>Window Time</i>                             | 1,5   | jam    |
| 6                     | Pelaksanaan pemecokan, <i>profiling</i> , dan pemadatan | 2     | jam    |
| Total Durasi per Hari |                                                         | 8     | jam    |

Sumber: Hendra & Effendi, 2016 dan Hasil Analisis

Perhitungan produktivitas sarana menggunakan persamaan 1 dan waktu pelaksanaan pekerjaan perawatan balas sesuai dengan Tabel 3 sebesar 2 jam, didapatkan nilai produktivitas sarana Tamping Machine sebesar 1.785,72meter per hari atau 1,786km per hari. Menggunakan persamaan yang sama untuk produktivitas sarana *ballast regulator & profiling* didapatkan sebesar 500meter per hari dan untuk produktivitas sarana *ballast stabilization & consolidation* didapatkan sebesar 600meter per hari.

### Pemetaan Sarana Peralatan Khusus untuk Perawatan Balas Jalan Rel

Pemetaan sarana peralatan khusus untuk perawatan balas jalan rel perlu mendapatkan hari kerja dalam satu tahun. Hari kerja diperhitungkan untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu dan tidak memperhitungkan libur nasional, sehingga didapatkan hari kerja ( $H_{\text{kerja}}$ ) sebesar 244 hari. Untuk frekuensi perawatan sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia yakni setiap 6 bulan atau 2 kali dalam satu tahun.

Pemetaan sarana peralatan khusus untuk perawatan balas berupa *tamping machine*, *ballast profiling*, dan *ballast stabilization* memperhitungkan sarana yang dimiliki oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian, PT Kereta Api Indonesia, dan PT Kharisna Abadi Utama. Pada Tabel 4 terlihat perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan sarana, untuk sarana tamping machine memiliki sebaran yang cukup baik dimana masing-masing jaringan jalur kereta api dapat diakomodasi oleh ketersediaan sarana. Sarana *ballast profiling* dan *ballast stabilization* terjadi defisit atau kekurangan sarana dan membutuhkan pengadaan alat hampir di seluruh jaringan jalur kereta api.

**Tabel 4** Perbandingan antara ketersediaan, kebutuhan, dan surplus atau defisit sarana peralatan khusus

| Jaringan Jalur Kereta Api | Panjang (km) | Ketersediaan Sarana    |                          |                              | Kebutuhan Sarana       |                          |                              | Surplus (+) / Defisit (-) |                          |                              |
|---------------------------|--------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|
|                           |              | <i>Tamping Machine</i> | <i>Ballast Profiling</i> | <i>Ballast Stabilization</i> | <i>Tamping Machine</i> | <i>Ballast Profiling</i> | <i>Ballast Stabilization</i> | <i>Tamping Machine</i>    | <i>Ballast Profiling</i> | <i>Ballast Stabilization</i> |
| Sumatera Bagian Utara     | 721,38       | 10                     | 1                        | 0                            | 3                      | 8                        | 7                            | 7                         | -7                       | -7                           |
| Sumatera Bagian Barat     | 232,41       | 1                      | 1                        | 0                            | 1                      | 3                        | 3                            | 0                         | -2                       | -3                           |

| Jaringan Jalur Kereta Api | Panjang (km) | Ketersediaan Sarana |                   |                       | Kebutuhan Sarana |                   |                       | Surplus (+) / Defisit (-) |                   |                       |
|---------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|
|                           |              | Tamping Machine     | Ballast Profiling | Ballast Stabilization | Tamping Machine  | Ballast Profiling | Ballast Stabilization | Tamping Machine           | Ballast Profiling | Ballast Stabilization |
| Sumatera Bagian Selatan   | 909,29       | 11                  | 6                 | 1                     | 3                | 10                | 9                     | 8                         | -4                | -8                    |
| DKI Jakarta & Banten      | 983,37       | 6                   | 3                 | 0                     | 4                | 11                | 9                     | 2                         | -8                | -9                    |
| Jawa Barat                | 1.211,87     | 12                  | 7                 | 1                     | 4                | 14                | 12                    | 8                         | -7                | -11                   |
| Jawa Tengah               | 1.601,16     | 8                   | 5                 | 1                     | 5                | 18                | 15                    | 3                         | -13               | -14                   |
| Jawa Timur                | 1.086,55     | 9                   | 1                 | 4                     | 4                | 12                | 10                    | 5                         | -11               | -6                    |
| Sulawesi Selatan          | 108,88       | 2                   | 0                 | 0                     | 1                | 2                 | 1                     | 1                         | -2                | -1                    |
| Total                     | 6.854,91     | 59                  | 24                | 7                     | 25               | 78                | 66                    | 34                        | -54               | -59                   |

Sumber:

\*Data panjang jalur KA: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2023

\*\*Data sarana: data survei primer Balai Perawatan Perkeretaapian dan Direktorat Sarana, DJKA, Kemenhub

\*\*\*Data sarana swasta: survei sekunder

Sarana peralatan khusus yang memiliki usia teknis yang semakin tinggi akan mengakibatkan produktivitas yang menurun, bahkan biaya operasional dan perawatan yang tinggi. Pemetaan sarana peralatan khusus untuk perawatan balas juga dilakukan pada sarana peralatan khusus yang diproduksi di atas tahun 2000. Pada Tabel 5 dapat dilihat ketersediaan sarana peralatan khusus untuk perawatan balas berkurang cukup drastis, untuk sarana tamping machine terdapat pengurangan sebesar 28 unit sarana, ballast profiling terdapat pengurangan 14 unit sarana, dan untuk sarana ballast stabilization berkurang 2 unit sarana. Ketersediaan tamping machine cukup baik meskipun pemindahan sarana *tamping machine* dari wilayah Sumatera Bagian Utara ke Sumatera Bagian Barat, Sumatera Bagian Selatan ke DKI Jakarta & Banten, serta Jawa Barat ke Jawa Tengah dan Jawa Timur. Sedangkan ketersediaan sarana *ballast profiling* dan *ballast stabilization* masih memerlukan penambahan sarana di seluruh wilayah di Indonesia.

**Tabel 5** Perbandingan antara ketersediaan, kebutuhan, dan surplus atau defisit sarana peralatan khusus di atas tahun 2000

| Jaringan Jalur Kereta Api | Panjang (km) | Ketersediaan Sarana |                   |                       | Kebutuhan Sarana |                   |                       | Surplus (+) / Defisit (-) |                   |                       |
|---------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|
|                           |              | Tamping Machine     | Ballast Profiling | Ballast Stabilization | Tamping Machine  | Ballast Profiling | Ballast Stabilization | Tamping Machine           | Ballast Profiling | Ballast Stabilization |
| Sumatera Bagian Utara     | 721,38       | 6                   | 1                 | 0                     | 3                | 8                 | 7                     | 3                         | -7                | -7                    |
| Sumatera Bagian Barat     | 232,41       | 0                   | 0                 | 0                     | 1                | 3                 | 3                     | -1                        | -3                | -3                    |
| Sumatera Bagian Selatan   | 909,29       | 8                   | 3                 | 1                     | 3                | 10                | 9                     | 5                         | -7                | -8                    |
| DKI Jakarta & Banten      | 983,37       | 3                   | 1                 | 1                     | 4                | 11                | 9                     | -1                        | -10               | -8                    |
| Jawa Barat                | 1.211,87     | 7                   | 4                 | 1                     | 4                | 14                | 12                    | 3                         | -10               | -11                   |
| Jawa Tengah               | 1.601,16     | 3                   | 1                 | 1                     | 5                | 18                | 15                    | -2                        | -17               | -14                   |
| Jawa Timur                | 1.086,55     | 2                   | 0                 | 1                     | 4                | 12                | 10                    | -2                        | -12               | -9                    |
| Sulawesi Selatan          | 108,88       | 2                   | 0                 | 0                     | 1                | 2                 | 1                     | 1                         | -2                | -1                    |
| Total                     | 6.854,91     | 31                  | 10                | 5                     | 25               | 78                | 66                    | 6                         | -68               | -61                   |

Sumber:

\*Data panjang jalur KA: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2023

\*\*Data sarana: data survei primer Balai Perawatan Perkeretaapian dan Direktorat Sarana, DJKA, Kemenhub

\*\*\*Data sarana swasta: survei sekunder

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Produktivitas sarana peralatan khusus tamping machine sebesar 1,786 km per hari, sementara *ballast regulator & profiling* dan *ballast stabilization & consolidation* memiliki produktivitas lebih rendah, masing-masing 0,5 km dan 0,6 km per hari. Dengan kebutuhan pemeliharaan balas dua kali per tahun pada panjang jalur kereta api nasional sebesar 6.854,91 km, berdasarkan pemetaan yang telah dilakukan, dibutuhkan sarana peralatan khusus dalam jumlah yang jauh lebih besar dibandingkan ketersediaan saat ini. Ketersediaan *tamping machine* relatif memadai, namun terjadi defisit signifikan untuk sarana *ballast profiling* dan *ballast stabilization* di hampir semua jaringan jalur kereta api, masing-masing sebanyak 54 unit untuk *ballast profiling* dan 59 unit untuk *ballast stabilization*.

Pada skema yang hanya mempertimbangkan peralatan yang diproduksi setelah tahun 2000, ketersediaan sarana semakin terbatas dan memperbesar defisit kebutuhan. Diperlukan strategi pengadaan baru, dan pemindahan atau distribusi sarana pemeliharaan balas dapat dilaksanakan secara optimal dan mendukung keandalan infrastruktur perkeretaapian di Indonesia khususnya kondisi balas jalan rel. Sarana *tamping machine* memerlukan pemindahan sarana dari wilayah Sumatera Bagian Utara ke Sumatera Bagian Barat (1 unit), Sumatera Bagian Selatan ke DKI Jakarta & Banten (1 unit), serta Jawa Barat ke Jawa Tengah dan Jawa Timur (2 unit dari Sumatera Bagian Utara dan 2 unit dari Sumatera Bagian Selatan) agar dapat memenuhi kebutuhan masing-masing wilayah. Sedangkan ketersediaan sarana *ballast profiling* dan *ballast stabilization* masih memerlukan penambahan sarana di seluruh wilayah di Indonesia, dengan total 68 unit sarana *ballast profiling* dan 61 unit *ballast stabilization*.

Defisit atau kekurangan dalam jumlah sarana peralatan khusus berpotensi menurunkan keandalan jalur kereta api, meningkatkan biaya pemeliharaan korektif, dan berdampak pada keselamatan operasi kereta api. Sehingga, hasil pemetaan ini dapat menjadi dasar bagi regulator dan operator untuk merumuskan kebijakan strategis dalam pengadaan, peremajaan, dan kerja sama penyediaan peralatan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Caetano, L. F., & Teixeira, P. F. (2016). Predictive maintenance model for ballast tamping. *Journal of Transportation Engineering*, 142(4). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000825](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000825).
- Geismar. (2025). Geismar Rail Industry Technologies & Services. [geismar.com](https://www.geismar.com). Diakses pada 6 Agustus 2025.
- Harsco Rail. (2025, August 6). Mark IV Production Tamper. [harscorail.com/equipment/surfacing/mark-iv-production-switch-tamper/](https://harscorail.com/equipment/surfacing/mark-iv-production-switch-tamper/). Diakses pada 6 Agustus 2025.
- Hendra, F., & Effendi, R. (2016). Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk Alat Berat Pemeliharaan Jalan Rel PT Kereta Api. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 10(1). [jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/1428](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/1428).
- Ilinykh, Andrey. S., Kolyasov, K. M., & Yaitskov, I. A. (2022). Assessing the Effectiveness of Track Operation Mechanization Facilities. *Transportation Research Procedia*, 61, 668–673. [doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.106](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.106).
- Liebherr. (2025, August 6). Liebherr Railway Excavator. [www.Liebherr.Com/En-Int/Earthmoving/Products/Excavators/Railroad-Excavator-5376603](https://www.Liebherr.Com/En-Int/Earthmoving/Products/Excavators/Railroad-Excavator-5376603).
- Linsinger Maschinenbau. (2025) Linsinger Milling Technology. [www.linsinger.com/milling-technology-2](https://www.linsinger.com/milling-technology-2). Diakses pada 6 Agustus 2025.
- Matisa Matériel Industriel S.A. Matisa Line Tampers. (2025) [www.matisa.ch/en/matisa-line-tampers.php](https://www.matisa.ch/en/matisa-line-tampers.php). Diakses pada 6 Agustus 2025.

Nordco. (2025). Nordco Roadway Work Equipment. [www.nordco.com/products/roadway-work-equipment.htm](http://www.nordco.com/products/roadway-work-equipment.htm). Diakses pada 6 Agustus 2025.

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian*.

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2023). *Perkeretaapian dalam Angka 2023*.

Matisa Matériel Industriel S.A. (2025). Matisa Line Tampers. [www.matisa.ch/en/matisa-line-tampers.php](http://www.matisa.ch/en/matisa-line-tampers.php). Diakses pada 6 Agustus 2025.

Pemerintah Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Nomor 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapian*.

Pemerintah Republik Indonesia. (2009). *Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian*.

Plasser & Theurer. (2025). Plasser & Theurer Machine. [www.plassertheurer.com/en/machine/technologies/overview](http://www.plassertheurer.com/en/machine/technologies/overview). Diakses pada 6 Agustus 2025.

Przybylowicz, M., Sysyn, M., Kovalchuk, V., Nabochenko, O., & Parneta, B. (2020). Experimental and Theoretical Evaluation of Side Tamping Method for Ballasted Railway Track Maintenance. *Transport Problems*, 15(3), 93–106. doi.org/10.21307/tp-2020-036.

Santos, R., & Teixeira, P. F. (2012). Heuristic Analysis of the Effective Range of a Track Tamping Machine. *Journal of Infrastructure Systems*, 18(4), 314–322. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000081](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000081).

Techne Kirow. (2025). Techne Kirow Railway Products. [www.Techne-Kirow.de/En/Products](http://www.Techne-Kirow.de/En/Products). Diakses pada 6 Agustus 2025.

Vaia Car. (2025). Vaia Car Product Technology Railway. [www.vaiacar.com/01-products-technology-railway](http://www.vaiacar.com/01-products-technology-railway). Diakses pada 6 Agustus 2025.

Zagro Group. (2025). Zagro Group Products. [www.zagro-group.com/en/](http://www.zagro-group.com/en/). Diakses pada 6 Agustus 2025.