

Implementasi *Levelling Sensor* Pada *Slipform Paver* Terhadap Produktivitas Dan Kualitas *Rigid Pavement*

Dina Monika Anggraini^{1*}, Ely Mulyati², Achmad Syarifudin³, Leon A. Abdillah⁴

¹Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma, Indonesia

^{2,3,4}Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma, Indonesia

*Corresponding author: ely.mazpar@gmail.com

Abstrak: Perkembangan teknologi konstruksi mendorong penerapan sistem otomatis berbasis sensor sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas, ketepatan, dan kualitas pekerjaan perkerasan beton kaku (*rigid pavement*). Salah satu teknologi yang diterapkan dalam pekerjaan tersebut adalah *Slipform Concrete Paver Wirtgen* yang dilengkapi dengan *levelling sensor* sebagai sistem pengendali elevasi dan ketebalan perkerasan secara otomatis selama proses penghamparan beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan *levelling sensor* pada *Slipform Concrete Paver Wirtgen* serta mengevaluasi produktivitas alat dalam pekerjaan rigid pavement pada proyek peningkatan jalan di Kota X. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif analitis dengan memanfaatkan data primer dan data sekunder yang berkaitan dengan pelaksanaan pekerjaan, spesifikasi alat, mekanisme kerja sensor, serta kondisi pekerjaan di lapangan. Analisis dilakukan dengan mengkaji mekanisme kerja *levelling sensor* dan menghitung produktivitas *Slipform Concrete Paver* berdasarkan lebar dan ketebalan penghamparan, kecepatan kerja alat, serta faktor efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *levelling sensor* bekerja dengan membaca posisi *stringline* secara kontinu sebagai referensi elevasi. Data hasil pembacaan sensor kemudian diteruskan ke sistem kontrol hidrolik untuk melakukan koreksi terhadap posisi *mould* secara otomatis, sehingga ketebalan beton dapat dipertahankan sesuai dengan desain, yaitu sebesar 30,5 cm. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh produktivitas alat sebesar 49.94 m³/jam. Penerapan teknologi *levelling sensor* mampu meningkatkan akurasi dimensi, menjaga kerataan permukaan beton, mengurangi potensi terjadinya pekerjaan ulang (*rework*), serta meningkatkan efisiensi pelaksanaan konstruksi.

Kata kunci: Konstruksi cerdas, perkerasan kaku, produktivitas, sensor ketinggian, penghampar beton.

Abstract: The development of construction technology has encouraged the implementation of sensor-based automated systems as an effort to improve the productivity, accuracy, and quality of rigid pavement construction. One of the technologies applied in such work is the Wirtgen Slipform Concrete Paver, which is equipped with a levelling sensor that automatically controls the elevation and pavement thickness during the concrete paving process. This study aims to analyze the implementation of the levelling sensor on the Wirtgen Slipform Concrete Paver and evaluate the machine's productivity in rigid pavement construction on a road improvement project in City X. The study employed a descriptive-analytical approach using primary and secondary data related to construction activities, machine specifications, sensor operating mechanisms, and field conditions. The analysis was conducted by examining the operating mechanism of the levelling sensor and calculating the productivity of the Slipform Concrete Paver based on the paving width and thickness, machine operating speed, and efficiency factor. The results show that the levelling sensor continuously detects the position of the stringline as an elevation reference. The sensor readings are then transmitted to the hydraulic control system to automatically adjust the mould position, thereby maintaining the concrete thickness in accordance with the design specification of 30.5 cm. Based on the calculation results, the machine productivity was determined to be 49.94 m³/h. The implementation of the levelling sensor technology improves dimensional accuracy, maintains the smoothness of the concrete surface, reduces the potential for rework, and enhances construction efficiency.

Keywords: levelling sensor, productivity, rigid pavement, slipform concrete paver, smart construction.

Pendahuluan

Perkerasan beton semen (*rigid pavement*) merupakan salah satu jenis konstruksi perkerasan yang banyak digunakan pada jalan arteri, jalan tol, kawasan industri, pelabuhan, maupun bandar udara karena memiliki kapasitas struktural yang tinggi, umur layanan yang panjang, serta ketahanan terhadap beban lalu lintas berat. Seiring meningkatnya kebutuhan

pembangunan infrastruktur transportasi di Indonesia, pelaksanaan pekerjaan rigid pavement dituntut mampu menghasilkan mutu konstruksi yang tinggi dengan waktu pelaksanaan yang lebih singkat dan biaya yang efisien (Wulandari & Wacono, 2025). Pada metode konvensional, proses pengecoran beton umumnya masih bergantung pada pengaturan elevasi dan ketebalan secara manual. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian dimensi, variasi ketebalan pelat beton, penurunan kualitas permukaan, serta meningkatnya pekerjaan ulang (*rework*) yang berdampak terhadap pembengkakan biaya dan keterlambatan penyelesaian proyek. Selain itu, ketergantungan terhadap keterampilan operator menyebabkan konsistensi.

Perkembangan teknologi konstruksi pada era Industri 4.0 telah mendorong penerapan sistem otomatis berbasis sensor pada berbagai peralatan konstruksi. Salah satu implementasinya adalah penggunaan *Slipform Concrete Paver Wirtgen* yang dilengkapi sistem levelling sensor (Sigit et al., 2020). Sensor tersebut berfungsi membaca elevasi berdasarkan stringline sebagai referensi, kemudian mengirimkan data secara kontinu ke sistem kontrol hidrolik sehingga posisi mould dapat dikoreksi secara otomatis selama proses pengecoran berlangsung. Dengan mekanisme tersebut, ketebalan perkerasan, elevasi, serta kerataan permukaan beton dapat dipertahankan sesuai dengan spesifikasi desain. Penerapan sistem ini menjadi bagian dari inovasi smart construction yang mendukung peningkatan efisiensi, kualitas, dan konsistensi hasil pekerjaan pada proyek infrastruktur modern (ILMI, 2022).

Pada metode konvensional, proses pengecoran beton umumnya masih bergantung pada pengaturan elevasi dan ketebalan secara manual. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian dimensi, variasi ketebalan pelat beton, penurunan kualitas permukaan, serta meningkatnya pekerjaan ulang (*rework*) yang berdampak terhadap pembengkakan biaya dan keterlambatan penyelesaian proyek. Selain itu, ketergantungan terhadap keterampilan operator menyebabkan konsistensi (Rangan, 2025).

Volume suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan (Bariq Al Salam1, 2023). Volume pekerjaan dihitung berdasarkan perkalian antara luas penampang melintang jalan (lebar perkerasan dikalikan dengan tebal pelat beton) dengan panjang segmen jalan yang dikerjakan (Jonathan & Anondho, 2021). Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Dalam menentukan volume pekerjaan rigid pavement dapat dihitung dengan menentukan panjang pengecoran, lebar pengecoran, dan tebal pengecoran. Kapasitas produksi alat mengacu pada jumlah waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat dalam satuan jam untuk menyelesaikan atau menghasilkan satu unit volume jenis pekerjaan (Yudi & Hery, 2024). Adapun kapasitas produksi dihitung dengan menentukan kapasitas produksi, lebar hamparan, tebal hamparan, dan faktor efisiensi. Dimana, faktor efisiensi disini sebagai waktu kerja yang terpakai tetapi tidak menghasilkan volume pekerjaan, sehingga mengurangi waktu efektif alat. Karena adanya waktu buang, alat tidak bekerja 100% efektif maka digunakan faktor efisiensi dalam

perhitungan produktivitas (Sarmidi Sarmidi et al., 2023). Pada pekerjaan rigid pavement dapat berupa; menunggu suplai beton dari *batching plant*, waktu berhenti karena pengaturan bekisting/dowel/tie bar, penyesuaian alat (setting awal sensor levelling, gangguan alat (*minor trouble*), hujan atau cuaca buruk, koordinasi dengan *truck mixer*, dan istirahat operator.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan *Slipform Concrete Paver* dapat meningkatkan efisiensi waktu, kualitas permukaan beton, dan produktivitas pekerjaan *rigid pavement* (Khairid et al., 2023). Namun, penelitian terdahulu masih banyak berfokus pada produktivitas alat dan metode pelaksanaan pekerjaan (Ayu Hutami & Aisyah, 2025). Sementara itu, kajian yang secara khusus membahas mekanisme kerja *levelling* sensor serta kontribusinya dalam mengendalikan elevasi, ketebalan, dan kualitas dimensi perkerasan beton pada proyek jalan di Indonesia masih terbatas. Hal tersebut menunjukkan adanya *research gap* dalam kajian penerapan *levelling* sensor pada *Slipform Concrete Paver*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis implementasi *levelling* sensor pada *Slipform Concrete Paver Wirtgen*, mengevaluasi produktivitas alat berdasarkan kondisi lapangan, serta mengidentifikasi kontribusi sistem sensor terhadap kualitas dan efisiensi pekerjaan rigid pavement pada proyek peningkatan jalan X.

Metode

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan analitis. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan secara sistematis tahapan pelaksanaan pekerjaan rigid pavement, mulai dari tahap persiapan, penghamparan beton, pemadatan, hingga finishing, serta menjelaskan mekanisme kerja dan pengambilan data kinerja alat *Slipform Concrete Paver Wirtgen SP500* (Najwa & Ketut Sucita, 2025). Sementara itu, pendekatan analitis digunakan untuk mengolah dan menganalisis data yang diperoleh sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kinerja alat dalam pelaksanaan pekerjaan *rigid pavement*. Penelitian dengan pendekatan kuantitatif menitikberatkan pada penggunaan data berbentuk angka yang selanjutnya dianalisis berdasarkan perhitungan tertentu (Berlianti et al., 2024). Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lokasi yang menjadi objek penelitian melalui kegiatan pengamatan dan pengumpulan informasi di lapangan (Nurul Melani Haifa et al., 2025). Data primer dalam penelitian ini meliputi dokumentasi foto alat dan kegiatan pelaksanaan proyek serta informasi mengenai penerapan dan mekanisme kerja sensor *levelling* pada *Slipform Concrete Paver Wirtgen SP500*. Adapun data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung melalui instansi terkait maupun sumber referensi yang relevan. Data sekunder yang digunakan meliputi informasi teknis alat, spesifikasi sensor, alur kerja alat, sistem pengendalian otomatis, studi literatur mengenai teknologi *Slipform Concrete Paver*, serta jurnal dan artikel ilmiah yang berkaitan

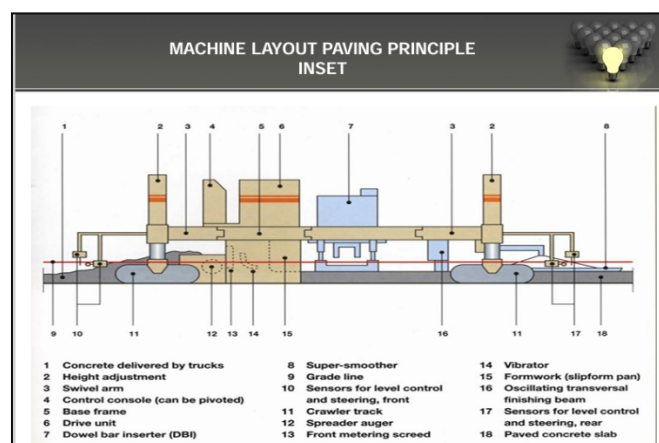
dengan penelitian (Jailani & Saksitha, 2024).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi, wawancara, dan studi literatur. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung pelaksanaan pekerjaan rigid pavement dan penggunaan alat di lokasi penelitian. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan foto dan data pendukung terkait alat serta tahapan pekerjaan. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai mekanisme kerja dan penerapan sensor *levelling* pada alat. Sementara itu, studi literatur dilakukan dengan mengkaji jurnal, artikel ilmiah, spesifikasi teknis alat, serta standar dan ketentuan yang relevan dengan pelaksanaan pekerjaan *rigid pavement*.

Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif. Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan mekanisme kerja sensor *levelling* serta tahapan penerapannya pada alat wirtgen. Selanjutnya, analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung kinerja dan produktivitas alat berdasarkan data teknis serta parameter pelaksanaan pekerjaan yang diperoleh selama penelitian. Hasil analisis kemudian digunakan untuk memberikan gambaran mengenai penerapan sensor levelling dan kinerja *Slipform Concrete Paver* dalam pekerjaan *rigid pavement*.

Hasil dan Pembahasan

Slipform Concrete Paver merupakan alat berat modern yang digunakan untuk pekerjaan rigid pavement (perkerasan jalan beton) dengan sistem pencetakan beton secara berulang tanpa menggunakan bekisting tetap (Nissa & Pramusadi, 2025). ada penelitian ini, alat yang digunakan adalah *Slipform Concrete Paver Wirtgen SP500* yang bekerja dengan membentuk dan menghamparkan beton sesuai dimensi perkerasan yang direncanakan. Proses pembentukan tersebut didukung oleh sistem pengendalian levelling yang berfungsi menjaga elevasi dan kemiringan perkerasan selama alat bergerak. Penerapan sistem levelling menjadi salah satu aspek penting dalam pelaksanaan pekerjaan karena berpengaruh terhadap kesesuaian hasil penghamparan beton dengan elevasi dan profil desain.



Gambar 1. Tata Letak Komponen *Slipform Concrete Paver*

Setiap komponen pada masing-masing bagian alat *slipform concrete paver* memiliki peran yang saling terhubung dengan satu sama lain dalam mendukung keberhasilan proses pengecoran beton. Oleh karena itu, pemahaman fungsi setiap komponen menjadi penting karena keberhasilan proses *slipform paving* bergantung pada sinkronisasi kinerja setiap sistem yang ada di dalam alat.

Bagian *screw auger* berfungsi untuk menyebarkan beton secara merata di depan mesin sesuai dengan lebar bentangan perkerasan yang akan dicetak. Sistem ini digerakkan oleh mesin hidrolik yang terpasang di salah satu sisi alat dan mampu bergerak bolak-balik (*reversible*) untuk mengatur distribusi material beton agar seragam di seluruh lebar kerja. Lebar dasar penyebaran beton adalah 2.000 mm, namun dapat dipasang sesuai kebutuhan proyek. Bagian *Metering Gate* berfungsi untuk meratakan permukaan beton sesuai dengan ketinggian yang telah ditentukan agar volume beton yang masuk ke ruang pemadatan tetap seragam. Cara kerjanya yaitu saat beton masuk *metering gate* akan menyalurkan beton ke vibrator di bagian belakang alat itu sendiri. *Vibrator electric* adalah komponen yang berfungsi untuk memadatkan beton segar secara mekanis melalui getaran berfrekuensi tinggi sebelum proses pembentukan oleh mould board. Pada alat, vibrator ini dipasang berderet di sepanjang bagian bawah *hopper*, tepat di depan *slipform mold*. Getaran yang dihasilkan membantu mengeluarkan udara yang terperangkap dalam beton, meningkatkan kepadatan, dan memastikan beton mengisi seluruh ruang cetakan secara merata.

Mould Boards berfungsi sebagai cetakan utama yang membentuk dimensi dan profil permukaan beton sesuai dengan desain perkerasan jalan. Bagian ini memiliki lebar dasar 2.000 mm tanpa penyesuaian *crown profile*, namun dapat diperluas hingga 6 meter menggunakan elemen ekstensi tambahan yang dirancang secara presisi mulai dari lebar 100 mm. Penyesuaian *crown profile* bersifat opsional dan dapat diterapkan sesuai kebutuhan proyek, sehingga alat mampu mencetak perkerasan beton dengan lebar dan bentuk yang bervariasi. *Levelling Sensor* berfungsi sebagai pengendali otomatis elevasi dan kemiringan perkerasan beton selama proses pengecoran berlangsung. Sensor ini bekerja dengan membaca posisi alat terhadap garis referensi (*stringline*), kemudian mengirim sinyal ke sistem kontrol hidrolik untuk melakukan penyesuaian tinggi cetakan beton secara *real-time*. Teknologi ini memungkinkan pencetakan beton dengan kualitas permukaan yang seragam, sekaligus mendukung penerapan konsep smart construction melalui integrasi sistem digital.

Sensor levelling difungsikan sebagai salah satu yang penting dalam menjaga ketebalan pengecoran pada tahap awal pelaksanaan yaitu pemasangan dan pengecekan *stik steering line*. Pemasangan stik steering line merupakan tahapan awal pekerjaan rigid pavement yang berfungsi sebagai acuan elevasi dan arah pergerakan *slipform concrete paver*. *Steering line* digunakan sebagai referensi atau acuan bagi sistem sensor levelling untuk mengendalikan posisi vertikal cetakan beton selama pengecoran, sehingga ketelitian pemasangannya sangat berpengaruh

terhadap ketebalan dan kerataan permukaan beton. Pada penelitian ini, target ketebalan perkerasan beton yang direncanakan adalah sebesar 30,5 cm. Sistem sensor kontrol elevasi berperan penting dalam memastikan bahwa ketebalan beton yang dihasilkan tetap sesuai dengan ketebalan rencana tersebut, sehingga variasi ketebalan akibat kesalahan elevasi alat dapat diminimalkan dan kualitas struktur perkerasan tetap terjaga. Proses sensor *levelling* pada alat *slipform paver* bertujuan untuk menjaga ketebalan beton agar tetap sesuai dengan ketebalan rencana, yaitu 30,5 cm, selama proses penghamparan berlangsung. Sistem ini bekerja secara otomatis dan berkesinambungan dengan memanfaatkan sensor, unit kontrol, serta sistem hidrolik alat.

Tahapan proses sensor *levelling* diawali dengan penentuan ketebalan beton rencana sebesar 30,5 cm berdasarkan spesifikasi teknis perkerasan kaku. Selanjutnya dilakukan pemasangan *stringline* pada sisi lintasan pengecoran sesuai dengan elevasi rencana. *Stringline* berfungsi sebagai referensi elevasi yang akan dibaca oleh sensor *levelling* selama alat beroperasi. Setelah *stringline* terpasang, dilakukan kalibrasi sensor *levelling* terhadap *stringline*, yaitu dengan menetapkan titik nol sensor agar pembacaan elevasi sesuai dengan elevasi rencana. Setelah proses kalibrasi selesai, operator melakukan penyesuaian posisi awal mold beton sehingga ketebalan awal yang dihasilkan mendekati ketebalan rencana sebesar 30,5 cm. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa sistem *levelling* bekerja dalam rentang koreksi yang optimal. Alat *slipform paver* kemudian dioperasikan untuk mulai bergerak maju sepanjang lintasan pengecoran.

Selama alat bergerak, sensor *levelling* membaca elevasi *stringline* secara kontinu pada interval tertentu. Data elevasi yang terbaca oleh sensor selanjutnya dikirimkan ke unit kontrol alat. Apabila terdapat perbedaan elevasi, sistem akan menghasilkan perintah koreksi. Perintah ini kemudian diteruskan ke sistem hidrolik untuk mengoreksi posisi mold beton secara otomatis, baik dengan menaikkan maupun menurunkan *mold* sesuai kebutuhan. Melalui mekanisme tersebut, permukaan beton yang dihamparkan tetap terbentuk dengan ketebalan mendekati 30,5 cm. Proses pembacaan sensor dan koreksi elevasi ini terus berulang selama alat bergerak, sehingga ketebalan dan kerataan beton dapat dijaga secara konsisten. Dengan adanya sistem sensor *levelling* ini, hasil akhir pengecoran berupa permukaan beton yang rata, seragam, dan sesuai dengan spesifikasi teknis perkerasan kaku, tanpa sangat bergantung pada pengaturan manual operator. Sebelum alat dioperasikan, dilakukan pemeriksaan terhadap *kondisi Slipform Concrete Paver*. Pemeriksaan meliputi kondisi komponen utama alat, sistem hidrolik, sensor *levelling*, *mould*, *auger*, *vibrator*, serta panel pengendali. Selain itu dilakukan pengaturan awal sesuai dimensi pekerjaan yang akan dilaksanakan. Tahap ini bertujuan memastikan seluruh sistem pada alat berada dalam kondisi siap digunakan sehingga proses pengecoran dapat berlangsung dengan baik.

Pada penelitian ini panjang ruas jalan yang dianalisis tidak diambil secara keseluruhan dari panjang total proyek, melainkan diambil segmen representatif sepanjang 100 meter dari total

panjang jalan 4 km yang dilaksanakan. Pemilihan segmen sepanjang 100 meter dilakukan sebagai sampel analisis karena mampu mewakili kondisi pelaksanaan pekerjaan di lapangan dan memudahkan proses perhitungan volume, produktivitas alat, serta estimasi waktu pelaksanaan *slipform concrete paver*.

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 100 \text{ meter} \\ \text{Lebar} &= 3,5 \text{ meter} \\ \text{Tebal} &= 30,5 \text{ cm} = 0,305 \text{ meter} \\ \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tebal} \\ &= 100 \times 3,5 \times 0,305 \text{ m} \\ &= 106,75 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa volume beton yang dibutuhkan untuk segmen jalan sepanjang 100 meter adalah sebesar 106,75 m³. Nilai volume ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis produktivitas alat *slipform concrete paver* pada pekerjaan rigid pavement. Ini terjadi karena besarnya volume pekerjaan akan menentukan kapasitas produksi yang harus dicapai oleh alat selama proses penghamparan beton.

Analisis kapasitas produksi dilakukan untuk mengetahui kemampuan kerja alat per jam dalam menghamparkan beton sesuai dengan dimensi rencana. Perhitungan menggunakan kecepatan kerja yang konstan untuk menjaga kualitas kepadatan dan kerataan permukaan beton. Pada penelitian ini digunakan kecepatan penghamparan sebesar 1 m/menit karena masih berada dalam rentang operasi yang direkomendasikan dan dapat menjaga kualitas hasil penghamparan beton. Kecepatan penghamparan sesuai dengan spesifikasi yang terdapat pada alat berat *Slipform*, yaitu dengan rentang 0-5 m/menit dan sesuai dengan Acuan Pedoman Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023 Tentang *Concrete Paving Machine/Slipform Paver*.

Untuk memperoleh kapasitas produksi *Slipform Concrete Paver*, digunakan perhitungan untuk produktivitas alat *rigid pavement* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Lebar penghamparan (b)} &= 3,5 \text{ m} \\ \text{Tebal perkerasan beton (t)} &= 30,5 \text{ cm} = 0,305 \text{ m} \\ \text{Kecepatan penghamparan (v)} &= 1 \text{ m/menit, disesuaikan dengan kecepatan kerja} \\ \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,78, \text{ Faktor efisiensi alat (Fa) ditetapkan sebesar } 0,78\end{aligned}$$

berdasarkan pada peraturan menteri pupr tahun 2023 pemeliharaan mesin dan kondisi operasi. Dimana terdapat waktu yang tidak produktif akibat kegiatan *briefing*, pemeriksaan dan pemanasan alat, penyetelan sensor *levelling*, menunggu kedatangan dump truck dari batching plant, penyesuaian awal pengecoran, serta pembersihan alat setelah pekerjaan selesai.

Dengan memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam Persamaan, maka produktivitas alat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas (Q)} = b \times t \times Fa \times v \times 60$$

$$= 3,5 \times 0,305 \times 0,78 \times 1 \times 60$$

$$= 49,94 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh produktivitas *Slipform Concrete Paver* sebesar 49,94 m³/jam. Nilai tersebut menunjukkan bahwa dalam 1 jam kerja efektif, alat mampu menghamparkan beton sebanyak 49,94 m³ dengan lebar penghamparan 3,5 m, tebal perkerasan 30,5 cm, kecepatan penghamparan 1 m/menit, dan faktor efisiensi alat 0,78. Dengan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, produktivitas alat *slipform concrete paver* diperoleh sebesar 49,94 m³/jam, dengan volume pekerjaan pada segmen penelitian sebesar 106,75 m³, maka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan penghamparan beton pada segmen sepanjang 100 meter dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Waktu Pelaksanaan} = \text{volume/produktivitas}$$

$$= 106,75/49,94$$

$$= 2,14/\text{jam}$$

Waktu yang dibutuhkan oleh *Slipform Concrete Paver* untuk menyelesaikan penghamparan beton adalah sekitar 2,14 jam. Waktu tersebut merupakan estimasi waktu yang dibutuhkan alat selama proses penghamparan beton berdasarkan produktivitas sebesar 49,94 m³/jam. Dengan demikian, waktu 2,14 jam menggambarkan waktu operasi *Slipform Concrete Paver* dalam melakukan penghamparan beton pada satu segmen, sedangkan durasi 1 hari per segmen merupakan waktu pelaksanaan pekerjaan secara keseluruhan yang telah memperhitungkan seluruh aktivitas operasional di lapangan. Oleh karena itu, kedua hasil tersebut tidak saling bertentangan, melainkan menggambarkan kapasitas produksi alat dan durasi pelaksanaan pekerjaan rigid pavement.

$$\text{Panjang jalan} = 4 \text{ km} = 4000 \text{ m}$$

$$\text{Panjang segmen} = 100 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah segmen} = \text{panjang jalan/panjang segmen}$$

$$= 4000/100$$

$$= 40 \text{ segmen}$$

$$\text{Durasi} = 1 \text{ hari/segmen} \times 40 \text{ segmen}$$

$$= 40 \text{ hari}$$

Maka total durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan sepanjang 4 km adalah 40 hari kerja. Durasi tersebut merupakan estimasi waktu pelaksanaan berdasarkan target produksi harian yang telah ditetapkan. Secara keseluruhan, hasil perhitungan menunjukkan bahwa *Slipform Concrete Paver* memiliki kapasitas produksi yang memadai untuk mendukung pelaksanaan pekerjaan rigid pavement pada lokasi penelitian. Alat ini mampu menyelesaikan penghamparan beton sepanjang 100 meter dalam waktu efektif sekitar 2,14 jam. Namun, durasi pelaksanaan di lapangan tetap direncanakan selama satu hari per segmen karena mencakup seluruh rangkaian

pekerjaan, tidak hanya proses penghamparan beton,

Dalam pelaksanaannya, pekerjaan pengecoran *rigid pavement* menggunakan *Slipform Concrete Paver* dilakukan secara berkelanjutan pada siang dan malam hari dalam satu hari kerja.. Dengan demikian, produktivitas alat menunjukkan kemampuan produksi selama waktu operasi efektif, sedangkan durasi pelaksanaan menggambarkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh aktivitas pekerjaan.

Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian mengenai penerapan sensor *levelling* pada *Slipform Concrete Paver Wirtgen SP500* dalam pekerjaan rigid pavement, dapat disimpulkan bahwa sensor levelling bekerja dengan membaca elevasi melalui stringline sebagai acuan penghamparan, kemudian meneruskan hasil pembacaan tersebut ke sistem kendali untuk mengatur silinder hidrolik sehingga posisi *mould* dapat disesuaikan selama proses penghamparan dan elevasi serta ketebalan beton dapat dikendalikan sesuai dengan perencanaan. Berdasarkan hasil analisis produktivitas, *Slipform Concrete Paver Wirtgen SP500* memiliki kapasitas produksi sebesar 49,94 m³/jam. Pada segmen penelitian sepanjang 100 meter dengan volume beton sebesar 106,75 m³, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses penghamparan beton adalah sekitar 2,14 jam atau 2 jam 8 menit. Dengan asumsi target pelaksanaan satu segmen sepanjang 100 meter per hari, estimasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sepanjang 4 km adalah 40 hari.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji lebih lanjut pengaruh penerapan sensor levelling pada *Slipform Concrete Paver* terhadap kualitas hasil perkerasan beton, seperti tingkat kerataan permukaan, ketepatan elevasi, dan keseragaman ketebalan pelat beton berdasarkan hasil pengujian di lapangan. Selain itu, penelitian dapat dikembangkan dengan membandingkan produktivitas alat pada berbagai kondisi operasional, seperti variasi kecepatan penghamparan, ketebalan perkerasan, serta kondisi pasokan beton, sehingga diperoleh parameter produktivitas yang lebih komprehensif. Penelitian berikutnya juga dapat meninjau aspek efisiensi biaya dan waktu penggunaan *Slipform Concrete Paver* dibandingkan dengan metode konvensional, serta mengembangkan penerapan teknologi sensor yang terintegrasi dengan sistem *Global Navigation Satellite System* (GNSS), *Machine Control*, atau *Internet of Things* (IoT) guna meningkatkan akurasi pengendalian elevasi, efektivitas pemantauan, dan efisiensi pelaksanaan pekerjaan rigid pavement.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada seluruh pihak dari instansi terkait yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta kesediaan dalam berbagi informasi dan data yang dibutuhkan selama proses penelitian. Berbagai informasi dan masukan yang diberikan sangat

membantu penulis dalam memperoleh data yang relevan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para donatur yang telah memberikan dukungan dalam bentuk pembiayaan selama pelaksanaan penelitian. Dukungan tersebut menjadi salah satu bagian penting yang turut menunjang kelancaran setiap tahapan penelitian hingga dapat terselesaikan sebagaimana mestinya.

Referensi

- Ayu Hutami, R., & Aisyah, S. (2025). Analisis Pelaksanaan Pekerjaan Rigid Pavement Menggunakan Alat Slipform Paver Type Sp 500 (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang – Panimbang Seksi Ii Sta 33+100 – Sta 34+100). *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*.
- Bariq Al Salam1, K. W. S. (2023). Analisis Perbaikan Dan Biaya Perkerasan Jalan (Studi Kasus Jalan Pati – Gabus). *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, Vol. 28 No. 2.
- Berlianti, D. F., Abid, A. Al, & Ruby, A. C. (2024). Metode Penelitian Kuantitatif Pendekatan Ilmiah Untuk Analisis Data. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(3), 1861–1864.
- Eko Suyadi, D. (2023). Perbandingan Produktivitas Alat Kerja Slipform Paver, Semi Slipform Paver Pada Pekerjaan Rigid Pavement. *Ensiklopedia Education Review*, 5(3). [Http://Jurnal.Ensiklopediaku.Org](http://Jurnal.Ensiklopediaku.Org)
- Ilmi, N. (2022). Penerapan Metode Konstruksi Industri 4.0 Pada Siklus Proyek Jalan, Jembatan, Dan Terowongan. *Seminar Nasional Insinyur Profesional (Snip)*, 2(1).
- Jailani, M. S., & Saksitha, D. A. (2024). Tehnik Analisis Data Kuantitatif Dan Kualitatif Dalam Penelitian Ilmiah. *Jurnal Genta Mulia*, 15(2), 79–91.
- Jonathan, R., & Anondho, D. B. (2021). *Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode Bim Dengan Konvensional* (Vol. 4, Number 1).
- Kholid, T., Kangude, P., & Kedari, S. (2023). Construction Of Rigid Pavement By Slip Form Paver. *International Journal For Research In Applied Science And Engineering Technology*, 11(7), 1182–1184. <https://doi.org/10.22214/Ijaset.2023.51943>
- Najwa, S., & Ketut Sucita, I. (2025). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Rigid Pavement Pada Sta 13+200 – Sta 13+900, Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Padang Seksi Padang - Sicincin. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*. www.vroque.com
- Nissa, M., & Pramusadi, S. (2025). Pelaksanaan Pekerjaan Rigid Pavement Menggunakan Alat Slipform Paver (Studi Kasus Proyek Jakarta-Cikampek Ii Selatan Seksi Iib). In *Juli*.
- Nurul Melani Haifa, Indah Nabilla, Virda Rahmatika, Rully Hidayatullah, & Harmonedi Harmonedi. (2025). Identifikasi Variabel Penelitian, Jenis Sumber Data Dalam Penelitian Pendidikan. *Dinamika Pembelajaran: Jurnal Pendidikan Dan Bahasa*, 2(2), 256–270. <https://doi.org/10.62383/Dilan.V2i2.1563>
- Rangan, I. P. R. (2025). *Teknologi Beton Memadat Sendiri Mutu Tinggi*. Arsy Media.
- Sarmidi Sarmidi, Yulius Mases, & Age Palogan Kesuma. (2023). Analisis Efisiensi Jam Kerja Excavator Cat 345 Gc Di Area Penambangan Pit E Banko Barat Pt. Rifansi Dwi Putra. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, 1(1), 11–18. <https://doi.org/10.62278/Jits.V1i1.3>
- Sigit, D., Puslitbang, D., Dan, J., Kementerian, J., Umum, P., Rakyat, P., Nasution, J. A. H., & 264, N. (2020). *Perancangan Big Data Jalan Dan Jembatan Untuk Mendukung Konstruksi 4.0* (Vol. 6, Number 2).
- Wulandari, A. N., & Wacono, S. (2025). Pengendalian Mutu Beton Pada Pekerjaan Rigid Pavement Proyek Peningkatan Jalan. In *Juli*.
- Yudi, M., & Hery, H. M. (2024). Increasing Production Capacity by Designing Facilities to Reduce Production Costs. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 7(2), 110–123. <https://doi.org/10.21070/prozima.v7i2.1646>