



Metode Pengoperasian Excavator Liebherr 920 Dalam Proses Memuat Material (Top Soil) Ke Dump Truck Scania P360 Di Area PT Satria Bahana Sarana

(Operating Method of Liebherr 920 Excavator in Process Loading Material (Top Soil) to the Scania P360 Dump Truck in the area PT Satria Bahana Sarana)

Sarmidi¹, Apriansyah Zulatama², Yulius Mases³, Muhammad Sultan Maulana⁴

^{1,2,3,4} Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Indonesia

¹sarmidi@akipba.ac.id, ²a.zulatama@akipba.ac.id, ³yulius.mases@akipba.ac.id, ⁴sultan11035@gmail.com

Penulis Korespondensi: Sarmidi | **Email:** sarmidi@akipba.ac.id

Diterima (*Received*): 23/04/2025 | Direvisi (*Revised*): 24/04/2025 | Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 24/04/2025

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang metode pengoperasian Excavator Liebherr 920 dalam proses memuat material (top soil) ke Dump Truck Scania P360 di area PT SBS. Permasalahan utama yang dihadapi adalah bagaimana cara mengoperasikan unit excavator dengan aman dan efisien selama proses pemuatan material. Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami prosedur pengoperasian excavator, termasuk teknik loading material secara langsung ke dump truck. Metode yang digunakan meliputi pemeriksaan prestart check untuk memastikan alat dalam kondisi baik, dan analisis teknik-teknik pemuatan seperti direct loading dan swing loading. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dengan penerapan prosedur dan teknik yang tepat, proses loading dapat dilakukan dengan lebih efisien, meminimalkan waktu siklus dan meningkatkan keselamatan kerja. Kendala utama yang ditemukan adalah posisi excavator yang tidak optimal dan kondisi medan yang sulit, yang dapat mempengaruhi waktu siklus serta mengurangi produktivitas. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pentingnya posisi excavator yang tepat, teknik loading yang efisien, dan perawatan berkala alat berat untuk mendukung kinerja optimal di lapangan.

Kata Kunci: Excavator Liebherr 920, Memuat Material.

ABSTRACT

This study discusses the operation method of the Liebherr 920 Excavator in the process of loading material (top soil) to the Scania P360 Dump Truck in the PT SBS area. The main problem faced is how to operate the excavator unit safely and efficiently during the material loading process. The purpose of this study is to understand the operating procedures of excavators, including the technique of loading materials directly into dump trucks. The methods used include pre-start checks to ensure the equipment is in good condition, and analysis of loading techniques such as direct loading and swing loading. The results of the study show that with the application of the right procedures and techniques, the loading process can be carried out more efficiently, minimizing cycle time and improving work safety. The main obstacles found were the excavator's suboptimal position and difficult terrain conditions, which could affect cycle times and reduce productivity. The conclusion of this study is the importance of proper excavator positioning, efficient loading techniques, and periodic maintenance of heavy equipment to support optimal performance in the field.

Keywords: Excavator Liebherr 920, Loading Material

© Author(s) 2025. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

1. Pendahuluan

Pertambangan merupakan sektor penting dalam perekonomian global, terutama karena menyediakan bahan mentah untuk berbagai industri, termasuk konstruksi, elektronik, dan otomotif. Batu bara, sebagai sumber energi utama, memiliki peran vital dalam pengembangan sektor energi, khususnya dalam pembangkit listrik (Gunara, 2017). Penggunaan alat berat, seperti Excavator, Bulldozer, dan Dump Truck, menjadi hal yang esensial dalam industri pertambangan, terutama dalam penambangan batu bara. Revolusi Industri di Inggris menandai penggunaan besar-besaran batu bara, yang meningkatkan peran alat berat dalam pertambangan.

Namun, penggunaan alat berat dalam industri ini tidak terlepas dari tantangan, salah satunya adalah tingginya risiko kecelakaan kerja (Ramli, 2017). Oleh karena itu, aspek keselamatan kerja menjadi prioritas utama, yang meliputi perawatan alat dan pengoperasian yang sesuai dengan standar keamanan. Laporan ini fokus pada metode pengoperasian Excavator Liebherr 920 untuk memuat material (top soil) ke dalam Dump Truck Scania P360 di PT. Satria Bahana Sarana (PT SBS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami cara kerja excavator serta prosedur operasionalnya dalam mendukung efisiensi dan produktivitas kegiatan penambangan. Penelitian ini juga mencakup pentingnya prestart check, teknik pemuatan, dan perawatan rutin alat berat untuk mencegah kecelakaan dan memastikan kelancaran operasional.

2. Data dan Metodologi

2.1. Data dan Lokasi

Kegiatan pengoperasian ini berlokasi di area Workshop PT. Satria Bahana Sarana pada Penambangan Banko Barat.

2.2. Metodologi

1. Studi Literatur

Dilakukan dengan mempelajari Studi Literatur yang membahas tentang teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas di lapangan secara langsung dan penulis mengumpulkan informasi-informasi yang berkaitan dari E-book Jurnal Internet, Website serta mencari referensi sebuah penelitian seperti jurnal, makalah, dan skripsi guna untuk menunjang penyusunan laporan ini.

2. Analisa

Setelah diperoleh data-data yang valid mengenai teknik memuat material lapisan atas yang ada di PT. Satria Bahana Sarana, data dapat dianalisis secara langsung mengenai yang ada di lapangan untuk mendapat data terhadap keadaan dan fakta yang ada.

3. Dokumentasi

Dokumentasi yaitu melakukan pengumpulan data informasi dengan cara memfoto unit atau mencari data unit langsung di lapangan untuk dijadikan sumber supaya dapat

mengetahui informasi tentang metode pengoperasian *Excavator*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Prosedur Mengoperasikan Unit *Excavator* Pada Saat Loading Material

3.1.1 Prestart Check

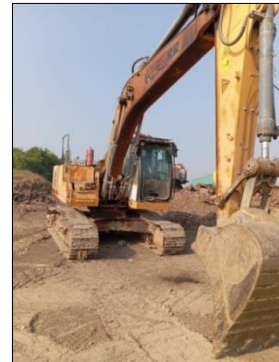
Prestart check merupakan kegiatan persiapan awal dalam tahapan loading yaitu, operator unit *Excavator* melakukan kegiatan pemeriksaan terhadap unit *Excavator* yang akan di gunakan.

A. Pemeriksaan Visual Umum

1. Periksa area sekitar *Excavator*, pastikan tidak ada halangan seperti batu, kayu, atau peralatan yang dapat mengganggu operasi.
2. Pastikan ada cukup ruang untuk manuver *Excavator* dengan aman.

B. Kondisi Fisik *Excavator*:

1. Periksa keseluruhan fisik *Excavator* untuk kerusakan yang terlihat, seperti retakan, kebocoran oli, atau bagian yang bengkok.
2. Periksa attachment seperti bucket, breaker, atau grapple untuk memastikan tidak ada keausan berlebihan, retakan, atau bagian yang longgar.
3. Cek tracks terhadap keausan, atau longgar. Pastikan track memiliki tegangan yang tepat.



Gambar 2 Unit Excavator Liebherr 920

C. Pemeriksaan Cairan dan Sistem *Hidrolik*

1. Cek Oli Mesin:

Gunakan dipstick untuk memeriksa level oli mesin. Pastikan oli berada dalam kisaran yang disarankan oleh pabrikan. Periksa kualitas oli, Perhatikan warnanya normal atau ada tanda-tanda kontaminasi contohnya seperti warna coklat susu yang bisa menandakan adanya air dalam oli.

2. Pemeriksaan Oli *Hidrolik*:

Periksa level Oil Hidraulik di Reservoir. Pastikan levelnya berada dalam batas aman, dan tidak ada kebocoran di selang atau Fitting Hidraulik dan Periksa silinder Hidraulik dan batang piston untuk

melihat adanya tanda-tanda kebocoran atau kerusakan.

3. Cairan Pendingin:
Periksa level cairan pendingin di radiator dan tangki cadangan. Pastikan tidak ada kebocoran pada selang pendingin
4. Bahan Bakar:
Periksa level bahan bakar. Pastikan tangki bahan bakar terisi cukup untuk operasi sepanjang hari.
5. Cek Sistem Pelumasan:
Pastikan semua titik pelumasan telah dilumasi sesuai jadwal pemeliharaan. Khususnya pada bagian pin bucket dan boom.

D. Pemeriksaan Sistem Kelistrikan

1. Baterai:
Periksa kondisi baterai. Pastikan terminal baterai bersih dan tidak ada korosi. Pastikan kabel baterai terhubung dengan kuat.



Gambar 2 Pemeriksaan kondisi baterai

2. Lampu dan Indikator:
Hidupkan lampu-lampu kerja (lampu depan, lampu belakang) untuk memastikan semuanya berfungsi dengan baik. Periksa juga lampu indikator di dalam kabin untuk memastikan tidak ada peringatan atau tanda malfungsi.
3. Klakson dan Sistem Alarm:
Uji klakson dan alarm mundur untuk memastikan keduanya bekerja dengan baik.

E. Pemeriksaan Sistem Operasi dan Kendali

1. Pengujian Boom dan Arm:
Naikkan dan turunkan boom serta arm untuk memastikan sistem hidrolik berfungsi dengan baik tanpa suara yang tidak biasa. Lakukan gerakan swing untuk memastikan putarannya lancar dan tanpa hambatan.
2. Pemeriksaan Bucket atau Attachment:
Buka dan tutup bucket (atau *Attachment* lain seperti *Breaker* atau *Grapple*) untuk memastikan fungsinya normal dan tidak ada gangguan. Cek

tekanan hidrolik pada attachment untuk memastikan cukup kuat dalam menjalankan tugas.

3. Pemeriksaan Joystick dan Pedal:
Uji kontrol joystick dan pedal penggerak. Pastikan semua kontrol bekerja dengan responsif dan lancar.
4. Pemeriksaan Track Movement:
Jalankan *Excavator* ke depan dan mundur secara perlahan untuk memastikan track atau ban bekerja dengan baik. Uji kemampuan berbelok dengan memutar kedua sisi track untuk memastikan responsif.

F. Pemeriksaan Kabin

1. Kondisi Tempat Duduk:
Periksa kondisi tempat duduk dan sabuk pengaman. Pastikan tidak ada kerusakan dan sabuk pengaman bisa berfungsi dengan baik. Hidupkan sistem pendingin udara atau pemanas untuk memastikan suhu kabin nyaman bagi operator
2. Periksa Alat Pemadam Api:
Pastikan ada alat pemadam api di kabin dan dalam kondisi siap digunakan.
3. Jendela dan Pintu:
Pastikan jendela dan pintu kabin bisa dibuka dan ditutup dengan baik. Periksa kondisi kaca, terutama pada jendela depan dan belakang.

G. Pemeriksaan Keselamatan

1. Emergency Stop:
Pastikan tombol emergency stop atau tombol darurat berfungsi dengan baik.
2. Safety Lock:
Pastikan Safety Lock Lever pada joystick dalam posisi aman sebelum memulai operasi untuk mencegah pergerakan yang tidak disengaja.
3. Pemeriksaan Alat Pengaman:
Pastikan ada Handrail, Footstep, dan alat bantu lainnya dalam kondisi baik dan tidak rusak untuk mendukung keselamatan operator saat naik turun alat berat.

H. Dokumentasi dan Laporan

1. Catat Hasil Pemeriksaan:
Catat semua temuan hasil pemeriksaan dalam lembar prestart checklist yang disediakan. Dokumentasikan segala kelainan atau masalah yang perlu ditindaklanjuti.
2. Laporkan Masalah:
Jika ditemukan kerusakan atau kegagalan dalam komponen, segera laporkan kepada tim pemeliharaan atau teknisi untuk perbaikan sebelum memulai operasi.

3.2 Teknik Yang Digunakan Dalam Proses Loading Material Top Soil

1. Direct Loading (Pemuatan Langsung)
Excavator langsung memuat material dari lokasi penggalian ke truk tanpa perantara, seperti area stockpile atau tempat penimbunan sementara. Truk ditempatkan sedekat mungkin dengan Excavator, sehingga jarak antara bucket dan bak truk minimal, mengurangi waktu dan energi yang diperlukan untuk proses pemuatan.
 2. Side Loading
Pada teknik ini, truk ditempatkan di samping Excavator menggerakkan bucket-nya ke samping untuk memuat material. Teknik ini biasanya digunakan jika kondisi lapangan atau ruang tidak memungkinkan untuk truk ditempatkan di depan Excavator. operator perlu memastikan posisi dan sudut yang tepat untuk meminimalkan waktu manuver.
 3. Swing Loading
Teknik ini memanfaatkan ayunan Excavator untuk memuat material ke truk. Excavator mengambil material dari tanah, lalu melakukan gerakan rotasi (swing) untuk memindahkan material dari titik penggalian ke truk. Biasanya, sudut ayunan antara 90° hingga 180° digunakan agar siklus pemuatan dapat berjalan cepat dan efisien.
 4. Trenching (Penggalian Parit)
Jika top soil memerlukan penggalian lebih dalam atau lebih presisi, teknik trenching dapat digunakan. Excavator akan menggali parit-parit kecil di lokasi material yang akan dimuat, lalu memuatnya ke truk setelah penggalian selesai.
 5. Stockpile Loading
Material top soil sering kali ditumpuk di tempat penimbunan sementara (stockpile) sebelum dipindahkan. Dalam teknik ini, Excavator memuat material dari stockpile ke dalam truk. Excavator biasanya bekerja dari tepi stockpile dengan teknik benching, untuk mencapai material pada ketinggian yang berbeda.
 6. Double Handling
Dalam situasi tertentu, material perlu dipindahkan dua kali sebelum diangkut. Excavator pertama kali memindahkan material ke area penampungan sementara, sebelum memuatnya ke truk. Meskipun teknik ini tidak selalu efisien, terkadang diperlukan jika ruang atau akses di lokasi kerja terbatas.
- ### 3.3 Teknik Top loading Material Lapisan Atas (Top Soil)
1. Efisiensi: Teknik top loading memungkinkan pemindahan material dengan cepat karena Excavator hanya perlu memuat dari satu sisi ke alat angkut di bawahnya.
 2. Kapasitas Angkut: Excavator yang berada di atas tumpukan atau lereng memiliki sudut optimal

untuk menggali dan memuat material ke truk tanpa harus bergerak terlalu jauh.

3. Pengurangan Waktu Siklus: Proses top loading meminimalkan waktu siklus penggalian karena Excavator dapat mengambil material dengan cepat dan langsung memuatnya ke truk.
 4. Penggunaan Optimal Tenaga Mesin: Excavator bekerja lebih efisien ketika berada di atas tumpukan material, karena gaya gravitasi membantu dalam memuat material ke bawah.
- ### 3.4 Proses Pelaksanaan Teknik Top Loading
- a. Penempatan Excavator dan Truk
Excavator diposisikan di atas tumpukan material atau di tebing yang lebih tinggi dari alat angkut atau truk. Posisi ini memungkinkan excavator untuk melakukan pemuatan dari posisi atas ke truk yang berada di bawah. Truk diparkir di bawah Excavator dengan posisi yang memungkinkan Excavator untuk mengisi muatan secara efisien tanpa banyak pergerakan lengan.
 - b. Gerakan Penggalian dan Pemuatan
 1. Penggalian: Excavator mulai dengan menggali lapisan material (misalnya tanah, batuan) menggunakan bucket yang diarahkan ke depan atau ke bawah. Lengan Excavator memanfaatkan kombinasi gerakan ayunan (swing) dan jangkauan lengan (reach) untuk mendapatkan material.
 2. Pengangkatan: Setelah bucket penuh dengan material, Excavator mengangkat bucket ke atas, menggerakkan lengan secara perlahan untuk menghindari kelebihan beban atau tumpahan material.
 3. Gerakan Swing: Excavator melakukan gerakan swing (putaran ke samping) untuk memutar bucket ke arah truk. Ini adalah salah satu gerakan terpenting dalam teknik top loading.
 4. Penuangan: Setelah Excavator berada di posisi yang tepat, bucket dibuka untuk menuangkan material ke dalam bak truk. Operator harus memastikan bahwa material masuk secara merata agar truk tidak kelebihan beban di satu sisi.
 5. Kembali ke Posisi Awal: Setelah penuangan selesai, Excavator kembali ke posisi awal untuk mengulangi siklus penggalian dan pemuatan.



Gambar 3 Proses pelaksanaan teknik top loading

c. Pengulangan Proses

Siklus ini diulangi hingga truk penuh atau tumpukan material sudah habis. Operator harus mengatur agar gerakan swing tidak terlalu panjang dan bucket tidak terlalu penuh agar menghindari waktu siklus yang panjang.

3.5 Kendala Dalam Menggunakan Teknik Top Loading

Top loading pada excavator merujuk pada metode pengisian atau pemuatan material dari atas, yang sering terjadi dalam kegiatan konstruksi, pertambangan, dan proyek-proyek infrastruktur lainnya. Excavator adalah salah satu alat berat yang digunakan secara luas dalam proses ini, terutama untuk mengangkat, memindahkan, dan memuat material ke truk, conveyor, atau tempat lain.

1. Waktu Siklus yang Lambat: Jika jarak antara *Excavator* dan truk terlalu jauh, waktu siklus akan meningkat karena *Excavator* perlu melakukan gerakan swing yang lebih lama.
2. Kerusakan atau Aus pada Alat: Penggunaan bucket yang berulang dalam memindahkan material berat dapat mempercepat keausan pada bucket, hydraulic system, atau swing motor *Excavator*.
3. Posisi Tidak Optimal: Jika *Excavator* tidak diposisikan dengan benar, proses loading bisa menjadi tidak efisien. Misalnya, jika sudut terlalu tajam atau *Excavator* terlalu jauh dari truk.
4. Medan yang Sulit: Pada medan yang tidak stabil atau miring, stabilitas *excavator* dapat terganggu, yang memperlambat pekerjaan dan meningkatkan risiko kecelakaan.
5. Kapasitas Truk: Jika truk tidak cukup besar untuk menampung material dalam satu kali pengisian, maka perlu lebih banyak siklus penggalan, yang menambah waktu pekerjaan.
6. Kesulitan Mengelola Volume dan Berat Material: Salah satu kendala utama dalam teknik Top Loading pada *Excavator* adalah pengelolaan volume dan berat material. *Excavator* harus mampu mengangkat material dengan volume dan berat yang bervariasi tanpa mengurangi stabilitas alat atau mengurangi efisiensi operasional. Jika berat material melebihi kapasitas bucket atau lengan *Excavator*, hal ini bisa menyebabkan masalah teknis seperti kerusakan pada alat atau bahkan risiko kecelakaan.
7. Keamanan Operator: Operator *Excavator* menghadapi risiko keamanan yang signifikan selama proses top loading. Posisi operator yang tinggi dan dekat dengan material yang diangkat dapat meningkatkan risiko kecelakaan, terutama jika terjadi kegagalan teknis atau kesalahan dalam operasi. Kondisi medan yang tidak stabil atau berat material yang tidak seimbang dapat menyebabkan *Excavator* terguling, yang berpotensi menyebabkan cedera serius pada operator.

3.6 Penjelasan rinci mengenai saran untuk meningkatkan efisiensi kerja *Excavator*

1. Penempatan yang tepat, *Excavator* sebaiknya diposisikan di area yang tinggi dengan jarak yang cukup dekat dari truk untuk meminimalisir gerakan yang tidak perlu. Posisi ini memastikan *Excavator* bisa memuat truk dengan cepat dan efisien.
2. Optimalkan kapasitas bucket, pastikan bucket diisi penuh, tetapi jangan melebihi kapasitas angkat *Excavator*. Bucket yang terlalu penuh dapat mengakibatkan penurunan kecepatan dan kerusakan peralatan.
3. Perawatan berkala, lakukan perawatan rutin pada bagian-bagian yang sering digunakan, terutama hydraulic system, swing motor, dan bucket. Ini membantu menjaga performa mesin tetap optimal dan memperpanjang umur peralatan.
4. Perencanaan proyek yang matang, perencanaan proyek yang baik adalah faktor penting dalam meningkatkan efisiensi kerja *excavator*. Setiap proyek konstruksi atau pertambangan harus dimulai dengan perencanaan yang mencakup estimasi volume material yang akan dipindahkan, jumlah alat berat yang dibutuhkan, serta alur kerja yang optimal. Perencanaan yang buruk dapat menyebabkan penundaan, biaya tambahan, dan penggunaan alat berat yang tidak efisien.
5. Koordinasi dengan operator truk, operator *Excavator* dan pengemudi truk harus berkomunikasi dengan baik untuk memastikan posisi truk selalu optimal dan meminimalisir waktu tunggu. Truk harus bergerak dengan cepat begitu penuh untuk digantikan oleh truk lain.
6. Penggunaan *Excavator* dengan kapasitas yang sesuai, gunakan *Excavator* dengan kapasitas yang sesuai dengan jenis dan jumlah material yang akan dimuat. Misalnya, untuk material ringan dan jumlah besar, *Excavator* dengan bucket besar bisa dipilih, sedangkan untuk material berat, *Excavator* dengan daya angkat yang lebih besar lebih cocok.

4. Kesimpulan

Cara mengoperasikan *excavator* dengan cara mengkombinasikan control joystick pada *excavator*. Dengan cara mendorong joystick kanan ke arah atas/bawah maka boom akan turun/naik, dan jika di dorong ke arah kiri/kanan maka bucket akan membuka/menutup. Sedangkan joystick sebelah kanan di dorong ke atas/bawah maka arm akan menjauh/mendekat, sedangkan jika didorong ke kiri/kanan maka akan swing ke kiri/kanan. Untuk gerakan travel dengan menekan ke depan secara bersamaan maka akan bergerak maju,

sedangkan jika di tekan ke arah belakang secara bersamaan maka akan bergerak mundur. Seorang operator alat berat, termasuk operator excavator, perlu memiliki sikap kerja yang baik saat ingin operasi. Hal-hal yang perlu diperhatikan meliputi memahami pekerjaan, mengkomunikasikan keadaan kondisi, kondisi kesehatan. Dengan memperhatikan hal-hal tersebut, operator dapat melakukan operasi dengan lebih baik dan aman. Proses loading merupakan kegiatan memindahkan material dari satu tempat ke tempat lain, biasanya dengan menggunakan alat berat seperti Excavator atau alat mekanis lainnya, untuk dimuat ke dalam kendaraan pengangkut seperti truk, dump truck, atau kontainer. Dalam industri pertambangan, konstruksi, atau logistik, loading sering merujuk pada kegiatan mengisi truk dengan material seperti tanah, batu, pasir, batu bara, dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan alat berat Excavator Liebherr 920 dalam melakukan proses loading material top soil terdiri dari beberapa tahapan mulai dari persiapan hingga pengoperasian alat berat yang harus dikerjakan dengan seksama agar proses loading menjadi optimal dalam mencapai target yang ditentukan.

5. Referensi

- Gunara, Muhammad. (2017). Potensi Batubara Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Pengembangan Industri Logam. Seminar Nasional TEKNOKA ke-2, Vol. 2.
- Hamrin, H., Hustrulid, W., & Bullock, R. (2001). *Underground mining methods-Engineering fundamentals and international case studies*, SOC For Mining Metallurgy.
- Isnaeni, N., Amir, A., & Indrawijaya, S. (2022). Islamic Sustainable Development Study Coal Mining Against Socio-economic Aspects and the Environmental Perspective of Maqashid Shari'ah. *Proceedings of the 3rd Progress in Social Science, Humanities and Education Research Symposium (PSSHRS 2021)*. https://doi.org/10.2991/978-2-494069-33-6_44
- Setiawati, D. N., & Meddeppungeng, A. (2013). Analisis produktivitas alat berat pada proyek pembangunan pabrik Krakatau Posco zone IV di Cilegon. *Journal Konstruksia*, 4(2), 91-103 <https://doi.org/10.24853/jk.4.2.%25p>
- Sethi, S. P., & Emelianova, O. (2011). *International council on mining and metals sustainable development framework (ICMM)*. In *Globalization and self-regulation: The crucial role that corporate codes of conduct play in global business*. New York: Palgrave Macmillan US.
- Siddharth, J., Vyas, C. M., & Pitroda, J. A. Y. E. S. H. K. U. M. A. R. (2015). A Critical Literature Review On Comparative Analysis Of Construction Equipments-Rent And Buy. *Journal of international academic research for multidisciplinary*, 2(12), 130-141.
- S. Ramli, Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja: OHSAS 18001. Jakarta: Dian Rakyat. 2017.
- S Sarmidi, I Nuryanneti, RD Prayoga, (2023) Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Excavator Volvo 480 dan Alat Angkut Dump Truck Volvo 400 Pada Penambangan Batubara Di PIT 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains, JITS Vol. 1 No. 2 (2023)*, pp. 53 - 60 | DOI: <https://doi.org/10.62278/jits.v1i2.11>
- S Sarmidi, Nurbaiti, A Zulatama, Randa Dwi Saputra, (2024) Metode Pengoperasian Unit Excavator Liebherr 920 Dengan Teknik Slope Di Area Workshop PT. Satria Bahana Sarana. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains, JITS Vol. 2 No. 2 (2023)*, pp. 91 - 96 | DOI: <https://doi.org/10.62278/jits.v2i2.45>
- S 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, JITS Vol. 1 No. 1 (2023)*, pp. 11 - 18 | DOI: <https://doi.org/10.62278/jits.v1i1.3>
- Tatum, C. B., Vorster, M., Klingler, M. G., & Paulson Jr, B. C. (2006). Systems analysis of technical advancement in earthmoving equipment. *Journal of construction engineering and management*, 132(9), 976-986. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)07339364\(2006\)132:9\(976\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)07339364(2006)132:9(976))
- Vijayan, D. S., Sivasuriyan, A., Devarajan, P., Krejsa, M., Chalecki, M., Żóltowski, M., & Koda, E. (2023). Development of Intelligent Technologies in SHM on the Innovative Diagnosis in Civil Engineering—A Comprehensive Review. *Buildings*, 13(8), 1903. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733)