



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PENGARUH HAMBATAN SAMPING TERHADAP KINERJA RUAS JALAN MEDAN – BANDA ACEH, BATUPHAT TIMUR**
(Danya Khalila Salsabila, Gustina Fitri, Fauzi A Gani)
2. **ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN EFISIENSI PENGGUNAAN TIGA ALTERNATIF ALAT BERAT PEKERJAAN RIGID PAVEMENT JALAN TOL (Studi Kasus: Rest Area Seksi 3 Jalan Tol Sigli – Banda Aceh)**
(Muhammad Imran, Zulfikar, Abdullah Irwansyah)
3. **PENGARUH LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP AMBANG KEBISINGANNYA STUDI KASUS JALAN MEDAN – BANDA ACEH, TAMBON BAROH, KECAMATAN DEWANTARA, KABUPATEN ACEH UTARA**
(Fadlul Haikal, Miswar, Ibrahim)
4. **EVALUASI ANGGARAN BIAYA PENAWARAN DAN METODE PELAKSANAAN PROYEK REKONSTRUKSI JALAN SIMPANG MEUNASAH KEUTAPANG – LHEUE SIMPANG KECAMATAN JEUNIB**
(Nadila Qamilna, Munardy, Hanif)
5. **ANALISIS PENURUNAN TANAH LEMPUNG BERDASARKAN UJI KONSOLIDASI**
(Eka Munira, Supardin, Teuku Riyadhsyah)
6. **ANALISA RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) DAN RENCANA ANGGARAN PELAKSANAAN (RAP) PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN SAMALANGA KABUPATEN BIREUEN**
(Zahrina, Bakhtiar A, Iponsyah Putra bin Amiruddin)
7. **EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL JALAN MEDAN-BANDA ACEH SIMPANG PUNTEUT KOTA LHOKEUMAWE**
(Juwanda, Faisal Abdullah, Kurniati)
8. **PERENCANAAN GELAGAR BETON PRATEGANG PADA JEMBRAN MATANG SIJUEK TEUNGOH-MATANG SIJUEK TIMU KABUPATEN ACEH UTARA**
(Muhammad Rafiq Khairi, Iskandar, Khairul Miswar)
9. **RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMELIHARAAN BERKALA JALAN PUNTEUET – LINE PIPA KOTA LHOKEUMAWE**
(Edi Saputra, Ismail, Cut Yusnar)
10. **PENGARUH SUBSTITUSI ABU SEKAM PADI DAN PERAWATAN MORTAR PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC) TERHADAP KUAT TEKAN**
(Aditya Saputra, Syamsul Bahri, Deni Iqbal)

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Ketua Redaksi

Muhammad Reza, M.Eng.

Sekretaris Redaksi

Erna Yusnianti, S.Si., M.Si.

Dewan Editor:

Dr. Ir. Samsul Bahri, M.Si.

Ir. Munardy, M.T.

Syarwan, S.T., M.T.

Muliadi, S.T., M.T.

Yulius Rief Alkhaly, S.T., M.Eng.

(Politeknik Negeri Lhokseumawe)

(Politeknik Negeri Lhokseumawe)

(Politeknik Negeri Lhokseumawe)

(Universitas Negeri Malikussaleh)

(Universitas Negeri Malikussaleh)

Penyunting Pelaksana

Dr. Ibrahim, S.T., M.T.

Pelaksana Tata Usaha

Hasanuddin, A.Md.

Penerbit

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Alamat:

Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh–Medan Km 280,3 Buketrata

Lhokseumawe 24301 P.O. Box 90

Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
1. PENGARUH HAMBATAN SAMPING TERHADAP KINERJA RUAS JALAN MEDAN – BANDA ACEH, BATUPHAT TIMUR (Danya Khalila Salsabila, Gustina Fitri, Fauzi A Gani).....	1-8
2. ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN EFISIENSI PENGGUNAAN TIGA ALTERNATIF ALAT BERAT PEKERJAAN RIGID PAVEMENT JALAN TOL (Studi Kasus: Rest Area Seksi 3 Jalan Tol Sigli – Banda Aceh) (Muhammad Imran, Zulfikar, Abdullah Irwansyah).....	9-18
3. PENGARUH LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP AMBANG KEBISINGANNYA STUDI KASUS JALAN MEDAN – BANDA ACEH, TAMBON BAROH, KECAMATAN DEWANTARA, KABUPATEN ACEH UTARA (Fadlul Haikal, Miswar, Ibrahim)	19-27
4. EVALUASI ANGGARAN BIAYA PENAWARAN DAN METODE PELAKSANAAN PROYEK REKONSTRUKSI JALAN SIMPANG MEUNASAH KEUTAPANG – LHEUE SIMPANG KECAMATAN JEUNIB (Nadila Qamilna, Munardy, Hanif).....	28-33
5. ANALISIS PENURUNAN TANAH LEMPUNG BERDASARKAN UJI KONSOLIDASI (Eka Munira, Supardin, Teuku Riyadhshyah)	34-38
6. ANALISA RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) DAN RENCANA ANGGARAN PELAKSANAAN (RAP) PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN SAMALANGA KABUPATEN BIREUEN (Zahrina, Bakhtiar A, Iponsyah Putra bin Amiruddin)	39-46
7. EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL JALAN MEDAN-BANDA ACEH SIMPANG PUNTEUT KOTA LHOKSEUMAWE (Juwanda, Faisal Abdullah, Kurniati)	47-54
8. PERENCANAAN GELAGAR BETON PRATEGANG PADA JEMBATAN MATANG SIJUEK TEUNGOH-MATANG SIJUEK TIMU KABUPATEN ACEH UTARA (Muhammad Rafiq Khairi, Iskandar, Khairul Miswar).....	55-64
9. RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMELIHARAAN BERKALA JALAN PUNTEUET – LINE PIPA KOTA LHOKSEUMAWE (Edi Saputra, Ismail, Cut Yusnar).....	65-69
10. PENGARUH SUBSTITUSI ABU SEKAM PADI DAN PERAWATAN MORTAR PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC) TERHADAP KUAT TEKAN (Aditya Saputra, Syamsul Bahri, Deni Iqbal).....	70-75
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	76

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PENGANTAR REDAKSI

Assalamualaikum wr wb.

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Sipil Sains Terapan Volume 08 Nomor 02 Edisi September 2025 dapat diterbitkan. Jurnal Sipil Sains Terapan ini merupakan jurnal hasil Skripsi dari Mahasiswa Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Jurnal Sipil Sains Terapan ini terbit secara berkala dengan frekuensi terbitan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pada Volume 08 Nomor 02 Edisi September 2025 ini terdapat 10 (sepuluh) artikel. Artikel-artikel yang tergabung di dalam Jurnal Sipil Sains Terapan ini meninjau dari sisi teknik maupun manajemen dalam perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan Jurnal Sipil Sains Terapan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan terhadap Jurnal Sipil Sains Terapan pada edisi-edisi yang berikutnya untuk memperkaya keilmuan terkait perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN EFISIENSI PENGGUNAAN TIGA ALTERNATIF ALAT BERAT PEKERJAAN RIGID PAVEMENT JALAN TOL

(Studi Kasus: Rest Area Seksi 3 Jalan Tol Sigli – Banda Aceh)

Muhammad Imran¹, Zulfikar², Abdullah Irwansyah³

¹ Mahasiswa, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: muhammadimran024092003@gmail.com

² Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: zulfikar_makam@pnl.ac.id

³ Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: abd_irwansyah@pnl.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan alat berat dalam konstruksi berperan penting untuk memperlancar proses pelaksanaan, memudahkan pekerjaan, dan mempercepat waktu penyelesaian proyek. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efisiensi dan produktivitas alat berat pada pekerjaan *rigid pavement rest Area* seksi 3 jalan tol Sigli–Banda Aceh dengan membandingkan tiga alternatif; 1) menganalisis dan membandingkan total biaya, 2) mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing alternatif alat berat, 3) menentukan alternatif alat berat yang paling ekonomis dan optimal untuk digunakan pada masing-masing pekerjaan. Perhitungan dilakukan berdasarkan analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) kementerian PUPR no.01 tahun 2022 dengan memperhitungkan kapasitas produksi, biaya pasti, biaya operasional, dan efisiensi kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebih ekonomis menggunakan alternatif 1 dengan biaya pekerjaan timbunan hasil galian Rp1.504.058.330,00, lapis pondasi agregat kelas A (LPA) Rp291.552.219,00, dan *lean concrete* (LC) Rp1.288.776.563,00, sedangkan pekerjaan utama *rigid pavement* lebih ekonomis dan optimal menggunakan alternatif 3 dengan biaya Rp5.666.057.023,00. Secara total, alternatif 1 merupakan opsi paling hemat dengan biaya Rp 9.854.789.000,00 atau lebih rendah 1,28% dari alternatif 2 dan 0,68% dari alternatif 3. Secara teknis, alternatif 1 unggul pada aspek biaya meskipun produktivitasnya lebih rendah, alternatif 2 berada pada posisi menengah dengan keseimbangan biaya dan produktivitas, sementara alternatif 3 memiliki produktivitas yang tinggi meskipun biaya lebih besar. Oleh karena itu, strategi yang paling tepat adalah menggunakan alternatif 1 pada pekerjaan persiapan (pekerjaan timbunan, LPA, dan LC) serta alternatif 3 pada pekerjaan inti *rigid pavement*. Kombinasi ini dinilai sebagai pilihan paling ekonomis dan optimal dari segi biaya, mutu, dan waktu pelaksanaan.

Kata kunci: alat berat, produktifitas efisiensi

I. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku pada proyek ini, penggunaan alat berat memegang peran vital pada setiap tahapan konstruksi, mulai dari pekerjaan tanah hingga pengecoran beton. Pemilihan alat berat tidak semata-mata berdasarkan kecocokan teknis, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek biaya, efisiensi waktu, dan kondisi lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan tiga alternatif kombinasi alat berat yang digunakan dalam pekerjaan *rigid pavement* untuk dianalisis serta dibandingkan dari segi biaya dan efisiensi

Proyek pembangunan tempat istirahat dan pelayanan (TIP) pada jalan tol Sigli – Banda Aceh merupakan bagian dari peningkatan sarana penunjang transportasi yang dilaksanakan oleh kontraktor utama PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Proyek ini berdasarkan kontrak nomor PJT/FE.2654E/S.Perj.221/X/2023 tertanggal 27 Oktober 2023, dengan nilai kontrak sebesar Rp323.511.401.251,53 (Ex. PPN 10%). Lokasi pekerjaan terletak pada titik Sta 37 +²⁰⁰, dengan lingkup pekerjaan meliputi pembangunan TIP. Dalam pekerjaan pembangunan

tersebut, khususnya pada pekerjaan *rigid pavement*, digunakan sejumlah alat berat seperti *excavator, dump truck, motor grader, vibratory roller, water tank truck, truck mixer dan concrete vibrator*. Tujuan utama dari pekerjaan ini adalah menciptakan perkerasan jalan yang kuat, awet, dan mampu menopang beban kendaraan berat, khususnya pada area parkir serta jalur utama kendaraan yang masuk ke dalam *rest area*. Penggunaan alat berat disesuaikan dengan tahapan konstruksi, mulai dari proses penggalian, perataan tanah, pemadatan, hingga pengecoran beton.

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah 1) Berapa perbandingan total biaya pekerjaan *rigid pavement rest area* Seksi 3 pada jalan tol Sigli – Banda Aceh dengan menggunakan tiga alternatif alat berat. 2) Apa kelebihan dan kekurangan dari tiga alternatif alat berat yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan *rigid pavement*. 3) Alternatif alat berat mana yang paling ekonomis dan optimal untuk digunakan pada masing-masing tahap pekerjaan *rigid pavement* berdasarkan aspek biaya dan efisiensi

Adapun lingkup penelitian ini adalah alat berat yang dihitung berupa perbandingan total harga pada pekerjaan proyek preservasi *rest area* seksi 3 jalan tol Sigli–Banda Aceh, pemilihan alat berat yang akan digunakan pada pekerjaan *rigid pavement* pada proyek ini dan pemilihan alternatif alat berat pada pekerjaan timbunan hasil galian, pekerjaan lapis pondasi agregrat kelas A, pekerjaan *lean concrete* (LC) dan pekerjaan *rigid pavement*.

A. *Alat Berat*

Menurut Muhammad Maulana Akbar Sidiq, (2022) menyatakan bahwa dalam perencanaan proyek yang melibatkan penggunaan alat berat, terdapat beberapa aspek penting yang harus diperhatikan, salah satunya adalah perhitungan kapasitas produksi alat. Perhitungan ini mencakup kapasitas teoritis dan efisiensi kerja alat di lokasi proyek (job site). Dengan memahami faktor-faktor tersebut, estimasi waktu penyelesaian pekerjaan dapat dilakukan secara lebih akurat, yang pada akhirnya mendukung kelancaran dan efektivitas pelaksanaan proyek.

B. *Manajemen Alat Berat*

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang menggunakan sistem mekanisasi dengan alat berat, salah satu aspek krusial yang harus diperhatikan adalah perhitungan kapasitas produksi alat. Hal ini bertujuan untuk memperoleh estimasi yang sesuai dengan kebutuhan proyek, sekaligus memastikan bahwa pemilihan jenis dan jumlah alat berat dapat menunjang efisiensi dan kelancaran pelaksanaan pekerjaan. Selain aspek perencanaan, pada tahap operasional juga dibutuhkan manajemen alat berat yang efektif, agar produktivitas dapat dioptimalkan dengan biaya operasional yang minimal. Pengelolaan ini sangat penting mengingat investasi untuk pengadaan alat berat cukup besar, sehingga harus mampu memberikan keuntungan maksimal serta memperpanjang umur pakai alat secara optimal. Dengan penerapan manajemen alat berat yang baik mulai dari perencanaan, pengoperasian, hingga pemeliharaan perusahaan dapat meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi risiko kerusakan, serta memastikan pengembalian investasi secara optimal (Badaruddin et al., 2022).

C. *Produktifitas dan Efisiensi Alat Berat*

Kapasitas produksi alat berat mengacu pada volume pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh alat tersebut dalam satuan waktu tertentu, seperti per jam atau per hari. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas ini meliputi kapasitas alat itu sendiri, waktu siklus operasi, kondisi lapangan, dan efisiensi kerja. Pemahaman yang tepat mengenai kapasitas produksi sangat penting untuk perencanaan proyek yang efektif, pengendalian biaya, dan penjadwalan yang akurat. (Supit, 2020).

Produktivitas alat berat diukur berdasarkan kemampuan alat dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satuan waktu (m^3/jam). Alat berat memiliki peran penting dalam proyek konstruksi berskala besar. Produktivitas alat dipengaruhi oleh kapasitas alat, waktu siklus, dan efisiensi kerja. Dalam proses pemindahan material, siklus kerja merupakan aktivitas yang dilakukan secara berulang. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus disebut waktu siklus, yang terdiri dari beberapa komponen.

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi} \dots \dots \dots (1)$$

Secara umum, waktu siklus alat biasanya dinyatakan dalam satuan menit, sedangkan produktivitas alat dihitung dalam satuan produksi per jam. Oleh karena itu, diperlukan konversi dari menit ke jam agar perhitungan menjadi konsisten. Jika faktor efisiensi alat turut diperhitungkan, maka rumus produktivitas alat akan mengalami penyesuaian sesuai dengan faktor tersebut.

Keterangan:

- Efisiensi = Persentase waktu alat benar-benar bekerja secara efektif dalam kondisi lapangan (misalnya, 0,83 berarti alat bekerja secara efektif selama 83% dari waktu kerja total).
- CT = (*Cycle Time*) waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus kerja, termasuk proses muat, angkut, bongkar, dan kembali ke posisi awal.

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi, oleh karena itu pemilihan alat berat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana. Berikut beberapa faktor dalam penentuan efisiensi kerja alat.

D. Dasar Pemilihan Alternatif Alat Berat

Penggunaan alat berat dalam pekerjaan ini akan dianalisis untuk setiap alternatif berdasarkan perhitungan dalam Analisa alat. Setiap opsi akan dievaluasi dengan mempertimbangkan efisiensi, biaya, serta waktu pelaksanaan. Setelah itu, akan dipilih alternatif yang paling optimal untuk digunakan dalam pekerjaan *rigid pavement*, sehingga proses konstruksi dapat berjalan dengan lebih efektif, ekonomis, dan tepat waktu.

Untuk menentukan alternatif terbaik dalam pekerjaan ini, perlu mempertimbangkan kondisi alat, termasuk faktor efisiensi, biaya bahan bakar, biaya pelumas, serta biaya perawatan mesin pada masing-masing alat. Biaya kepemilikan dan operasional per jam dapat dihitung menggunakan rumus berikut:(Nugraha et al., 2017).

1. Biaya pasti perjam kerja.

Nilai sisa alat dihitung berdasarkan persamaan:

$$C = 10\% \times B \text{ (Rupiah)} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

C = Nilai sisa Alat (Rupiah)

B = Harga Alat (Rupiah)

Faktor Angsuran modal dihitung berdasarkan persamaan:

$$D = \frac{ix(1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- I = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)
 D = faktor angsuran modal
 A = umur alat (tahun)

Biaya pengembalian modal dihitung berdasarkan persamaan:

$$e_1 = \frac{(B-C)xD}{W} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- e1 = biaya pengembalian modal (Rupiah)
 B = harga alat (Rupiah)
 C = nilai sisa alat (Rupiah)
 D = faktor angsuran modal
 W = jam kerja 1 tahun (jam)

Biaya asuransi, dll dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$e_2 = \frac{(0,002xB)}{W} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- e2 = asuransi, dll (Rupiah)
 B = harga alat (Rupiah)
 W = jam kerja 1 tahun (jam)

Setelah melihat rumus persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa,
Biaya pasti perjam = biaya pengembalian modal + Asuransi..... (6)

2. Biaya operasi perjam kerja

a. Biaya bahan bakar dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$A = (0,10\% - 0,12\%) \times P_w \times M_s \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- P_w = Tenaga alat (HP)
 M_s = Bahan bakar solar (Liter)

b. Biaya pelumas dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$I = (0,25\% - 0,35\% \text{ ltr/HP/jam}) \times P_w \times M_p \text{ (rupiah)} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- P_w = Tenaga alat (HP)
 M_p = Minyak pelumas (Liter)

c. Biaya perawatan dan perbaikan dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$K = \frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

B = Harga alat

W = Jam operasi dalam 1 tahun

d. Biaya operator dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$L = (1 \text{ org/jam}) \times U1 \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

U1 = Upah operator/supir

e. Biaya pembantu operator dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$M = (1 \text{ org/jam}) \times U2 \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

U2 = Upah pembantu operator/supir

3. *Biaya operasi perjam kerja = (a+b+c+d+e) Rupiah*

Setelah melihat rumus persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa, *Total biaya sewa alat perjam (S) = Biaya pasti perjam + Biaya operasi perjam kerja*..... (12)

Setelah semua biaya disesuaikan dengan data masing-masing alat, hasil perhitungan akan menunjukkan alat yang paling sesuai untuk digunakan pada setiap item pekerjaan. Persamaan di atas digunakan untuk menghitung efisiensi, waktu, dan biaya operasional per jam kerja alat.

E. *Penggunaan Alat Berat pada Kontruksi Jalan*

Dalam pembangunan *rest area* seksi 3 jalan tol sigli – banda aceh, alat berat memiliki peran vital dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan pekerjaan. Berbagai jenis alat berat, seperti *excavator, motor grader, vibro roller, water tank truck, dan truck mixer, concrete vibrator*. dimanfaatkan dalam berbagai tahap konstruksi, mulai dari penggalian, perataan, pemadatan, hingga pengecoran beton.

1. *Excavator*

Excavator merupakan jenis alat berat yang umum digunakan dalam proyek konstruksi, pertambangan, dan pekerjaan tanah. Alat ini dibuat untuk melakukan penggalian, pengangkatan, serta pemindahan material seperti tanah, batu, pasir, maupun puing konstruksi.

$$Q = \frac{V \times F_a \text{ EXC} \times F_b \times 60}{T_s \times F_v} = v \times F_b \times F_a \dots\dots\dots (13)$$

2. *Dump Truck*

Kendaraan besar yang berfungsi untuk mengangkut serta menurunkan material seperti tanah, pasir, kerikil, batu, atau puing bangunan. Kendaraan ini memiliki bak yang dilengkapi dengan sistem hidrolik, memungkinkan muatan ditumpahkan dengan lebih mudah.

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{BiL \times T_s} = \dots\dots\dots (14)$$

3. Motor Grader

Motor grader merupakan alat berat yang berfungsi untuk meratakan permukaan tanah dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Alat ini dilengkapi dengan bilah panjang (*blade*) yang dapat diatur untuk membentuk kemiringan atau memperhalus permukaan jalan.

$$Q_3 = \frac{L_h \times \{N \times (b - b_0) + b_0\} \times F_a \times 60 \times t}{N \times n \times T_s \times F_k} \dots\dots\dots (15)$$

4. Vibratory Roller

Vibratory roller merupakan alat berat yang berfungsi untuk memadatkan tanah, aspal, atau material granular dalam proyek pembangunan jalan dan infrastruktur. Alat ini menggabungkan beban statis dengan getaran (*vibrasi*) guna meningkatkan kepadatan material, sehingga menciptakan permukaan yang lebih kuat dan stabil.

$$Q = \frac{\{N(b - b_0) + b_0\} \times v \times 1000 \times F_a \times t}{N \times n} \dots\dots\dots (16)$$

5. Water Tank Truck

Water tank truck adalah kendaraan berat dengan tangki besar yang digunakan dalam konstruksi jalan untuk mengendalikan debu, menjaga kelembaban, dan mendukung pemadatan tanah.

$$Q = \frac{P_a \times F_a \times 60}{W_c \times 1000} \dots\dots\dots (17)$$

6. Truck Mixer

Pada *truck mixer* dalam proyek konstruksi beton bergantung pada efisiensi kerja alat serta durasi siklus operasionalnya. Siklus operasi (*cycle time*) mencakup waktu yang dibutuhkan untuk proses pemuatan, transportasi, menunggu, dan pembongkaran beton.

$$P = \{(60 \times Et) / Cmt\} \times M \dots\dots\dots (18)$$

7. Batching Plant

Batching plant (Concrete Pan Mixer) merupakan perangkat atau fasilitas yang berfungsi mencampur bahan utama beton, seperti semen, air, agregat (pasir dan kerikil), serta bahan tambahan lainnya secara mekanis untuk menghasilkan campuran beton yang merata dan sesuai dengan standar kualitas proyek.

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s} \dots\dots\dots (19)$$

8. Concrete Vibrator

Concrete vibrator adalah alat yang digunakan untuk memadatkan beton segar saat proses pengecoran, agar beton menjadi lebih padat, kuat, dan bebas dari rongga udara.

$$Q_1 = v \times F_a \dots\dots\dots (20)$$

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada pembangunan jalan tol Sumatera ruas Sigli – Banda Aceh / seksi 3 STA 37 +²⁰⁰. Ada tiga metode yang digunakan dalam proses penelitian ini, ketiga metode tersebut adalah menghitung efisiensi dan produktifitas alat berat, menganalisis kelebihan dan kekurangan alat berat dan memilih alat berat yang digunakan pada pekerjaan *rigid pavement*. Dari ketiga metode tersebut dihitung menggunakan Software Microsoft Excel 2019. Berikut peta lokasi proyek dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Proyek

Sumber: <https://www.google.com/maps/@5.3481162,95.5407837,434m>

Pada penelitian ini ada beberapa data yang diambil, baik itu data dari lapangan ataupun data yang diambil dari sumber tertentu. Adapun data tersebut terbagi menjadi dua bagian yaitu data sekunder dibawah ini:

A. Metode Pengumpulan Data

1. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam penelitian ini. Data sekunder terdiri dari permen PUPR No. 1 tahun 2022 dan data alat berat yang digunakan oleh kontraktor Pelaksana PT. Adhi Karya (Persero) Tbk., data tersebut adalah permen PUPR No. 1 Tahun 2022 dan rencana anggaran biaya.

Terdapat 3 perbandingan alternatif alat berat yang akan dihitung dalam penelitian ini, berikut pada tabel 1 yaitu alat berat yang digunakan di lapangan.

Tabel 1. Alternatif 1 (Data Lapangan)

No.	Nama Alat Berat	Tipe/Merk Alat	Kapasitas	Tenaga Mesin	Kondisi Alat	Efisiensi Kerja Alat	Harga Alat
1	Excavator	Komatsu PC200	0,8 m ³	140 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 700.000.000,00
2	Dump Truck	Mitsubishi Fuso	10 Ton	150 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 400.000.000,00
3	Motor Grader	CAT 120 H	13700	140 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 450.000.000,00
4	Vibro Roller	Dynapac CA250	10,5 Ton	102 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 660.000.000,00
5	Water Tank Truck	Mitsubishi Fuso	5000 Liter	108 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 170.000.000,00
6	Truck Mixer	HINO 500 FM 260	8 m ³	256 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 1.300.000.000,00
7	Batching Plant	BHS	90 m ³	225 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 3.100.000.000,00
8	Concrete Vibrator	GX160	25 m ³	5,5 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 6.000.000,00

Sumber: proyek preservasi Pembangunan Tempat Istirahat dan Pelayanan Jalan Tol (Sibanceh)

Alternatif 2 menggunakan alat berat yang dimodifikasi dari berbagai sumber dengan kondisi alat second atau memiliki faktor efisiensi alat yang lebih bagus dari alternatif 1, yang dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Alternatif 2 (Perencanaan 1)

No.	Nama Alat Berat	Tipe/Merk Alat	Kapasitas	Tenaga Mesin	Kondisi Alat	Efisiensi Kerja Alat	Harga Alat
1	Excavator	Komatsu PC200	0,8 m ³	145 HP	Second/Baik	0,81	Rp 1.000.000.000,00
2	Dump Truck	Mitsubishi Fuso	10 ton	220 HP	Second/Baik	0,81	Rp 700.000.000,00
3	Motor Grader	Mitsubishi CAT 120 H	13700	145 HP	Second/Baik	0,81	Rp 600.000.000,00
4	Vibro Roller	Dynapac CA250	10,5 Ton	103 HP	Second/Baik	0,81	Rp 990.000.000,00
5	Water Tank Truck	Mitsubishi Fuso	5000 liter	134 HP	Second/Baik	0,81	Rp 280.000.000,00
6	Truck Mixer	HINO 500 FM 260	8 m ³	256 HP	Second/Baik	0,81	Rp 1.350.000.000,00
7	Batching Plant	BHS	90 m ³	240 HP	Second/Baik	0,81	Rp 3.400.000.000,00
8	Concrete Vibrator	GX160	30 m ³	5,5 HP	Second/Baik	0,81	Rp 6.500.000,00

Sumber: (<https://www.indotrading.com/>, n.d.)

Pada alat berat alternatif 3 yang digunakan untuk perbandingan pada penelitian ini menggunakan alat berat dengan kondisi baru. Berikut dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Alternatif 3 (Perencanaan 2)

No.	Nama Alat Berat	Tipe/Merk Alat	Kapasitas	Tenaga Mesin	Kondisi Alat	Efisiensi Kerja Alat	Harga Alat
1	Excavator	Komatsu PC200	1,0 m ³	148 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.800.000.000,00
2	Dump Truck	Mitsubishi Fuso	10 ton	226 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.227.000.000,00
3	Motor Grader	Mitsubishi CAT 120 H	13700	150 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.200.000.000,00
4	Vibro Roller	Dynapac CA250	10,5 ton	103 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.000.000.000,00
5	Water Tank Truck	Mitsubishi Fuso	5.400 liter	148 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 350.000.000,00
6	Truck Mixer	HINO 500 FM 260	8 m ³	260 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.400.000.000,00
7	Batching Plant	BHS	90 m ³	260 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 3.800.000.000,00
8	Concrete Vibrator	GX160	35 m ³	5,5 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 7.200.000,00

Sumber: (<https://www.indotrading.com/>, n.d.)

Dari ketiga alternatif di atas alat berat yang digunakan pada pekerjaan *rigid pavement* pada proyek ini diantaranya adalah *excavator, dump truck, motor grader, vibratory roller, water tank truck, truck mixer dan concrete vibrator*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perbandingan alternatif penggunaan alat berat pada pekerjaan rigid pavement proyek pada pembangunan jalan tol sumatera ruas Sigli – Banda Aceh / Seksi 3 STA 37 +²⁰⁰, yang meliputi dari: Pada pekerjaan timbunan hasil galian, pekerjaan lapis pondasi agregrat kelas A, pekerjaan *lean concrete* (LC) dan pekerjaan *rigid pavement*.

Tabel 4. Hasil Analisa Perbandingan Alternatif Alat Berat

NO	JENIS PEKERJAAN	ALTERNATIF	HARGA SATUAN PEKERJAAN		HARGA TOTAL PEKERJAAN
			Rp	Rp	
1.	Pekerjaan Timbunan Hasil Galian	Alternatif 1	Rp 176.963,87	Rp 1.504.058.330	
		Alternatif 2	Rp 179.019,92	Rp 1.521.533.156	
		Alternatif 3	Rp 177.903,77	Rp 1.512.046.707	
2.	Pekerjaan Lapis pondasi agregrat kelas A	Alternatif 1	Rp 457.241,45	Rp 291.552.219	
		Alternatif 2	Rp 457.857,55	Rp 291.945.064	
		Alternatif 3	Rp 458.197,40	Rp 292.161.763	
3.	Pekerjaan Lean Concret (LC)	Alternatif 1	Rp 3.445.667,38	Rp 1.288.776.563	
		Alternatif 2	Rp 3.928.397,86	Rp 1.469.331.344	
		Alternatif 3	Rp 3.926.699,53	Rp 1.468.696.120	
4.	Pekerjaan Rigid Pavement	Alternatif 1	Rp 5.163.155,96	Rp 5.793.801.360	
		Alternatif 2	Rp 5.087.991,53	Rp 5.709.456.085	
		Alternatif 3	Rp 5.049.316,38	Rp 5.666.057.023	

Untuk pekerjaan timbunan, alternatif 1 memberikan biaya terendah yaitu Rp1.504.058.330. Pada pekerjaan LPA, biaya terendah juga dihasilkan oleh alternatif 1 sebesar Rp291.552.330. Pekerjaan *lean concrete* (LC) kembali menunjukkan bahwa alternatif 1 lebih hemat dengan biaya Rp1.288.776.563. Sementara itu, pada pekerjaan *rigid pavement*, biaya terendah diperoleh dari alternatif 3 yaitu Rp5.666.057.023. Dengan demikian, alternatif 1 lebih unggul untuk pekerjaan awal hingga lapisan dasar, sedangkan alternatif 3 lebih efisien untuk pekerjaan utama *rigid pavement*.

Analisis kelebihan dan kekurangan tiga alternatif alat berat menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam efektivitas penggunaan pada pekerjaan *rigid pavement*. **Alternatif 1** lebih ekonomis karena biaya sewa rendah sehingga total biaya pekerjaan timbunan, lapis pondasi agregat kelas A (LPA), dan *lean concrete* menjadi lebih murah, namun produktivitas rendah sehingga durasi pekerjaan lebih lama serta biaya operasional per jam relatif tinggi. **Alternatif 2** berada pada posisi menengah dengan keseimbangan antara biaya dan produktivitas, tetapi tidak memiliki keunggulan dominan sehingga hanya berfungsi sebagai pilihan kompromi. Sementara itu, **alternatif 3** paling optimal dari sisi produktivitas karena kapasitas kerja lebih besar dan mampu mempercepat pekerjaan *rigid pavement* yang membutuhkan kecepatan, kontinuitas, dan presisi, meskipun *fixed cost* dan biaya operasional lebih tinggi. Dengan demikian, pemilihan alternatif alat berat harus mempertimbangkan keseimbangan antara aspek biaya, produktivitas, dan efisiensi kerja sesuai karakteristik setiap item pekerjaan.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada Bab IV mengenai perbandingan biaya dan efisiensi penggunaan tiga alternatif alat berat pada pekerjaan rigid pavement di proyek rest area seksi 3 jalan tol Sigli–Banda Aceh, maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Pada pekerjaan timbunan hasil galian tanah (Timbunan), pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dan pekerjaan *lean concrete* (LC) dipilih alternatif 1, masing – masing total harga pekerjaannya sebesar Rp1.504.058.330,00 (satu miliar limaratus empat juta lima puluh delapan ribu tiga ratus tiga puluh rupiah), Rp291.552.330,00 (dua ratus sembilan puluh satu juta lima ratus lima puluh dua ribu tiga ratus tiga puluh rupiah) dan Rp1.288.776.563,00 (satu miliar dua ratus delapan puluh delapan juta tujuh ratus tujuh puluh enam ribu lima ratus enam puluh tiga rupiah). Pada pekerjaan rigid pavement dipilih alternatif 3, total harga pekerjaannya sebesar Rp5.666.057.023,00 (lima miliar enam ratus enam puluh enam juta lima puluh tujuh ribu dua puluh tiga rupiah). Dari hasil analisis keseluruhan total biaya menunjukkan bahwa alternatif 1 merupakan pilihan paling ekonomis dengan total pengeluaran Rp9.854.789.000,00. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan alternatif 2 sebesar Rp9.981.414.000,00 dan alternatif 3 sebesar Rp9.922.247.000,00. Jika dihitung selisihnya, biaya alternatif 1 lebih hemat sekitar 1,28% dibandingkan alternatif 2, dan lebih rendah sekitar 0,68% dibandingkan alternatif 3.
2. Analisis yang dilakukan menunjukkan kelebihan dan kekurangan pada setiap alternatif alat berat memiliki sisi keunggulan dan kelemahan dalam mendukung pekerjaan rigid pavement. Alternatif 1 lebih ekonomis karena biaya sewanya rendah, namun produktivitasnya lebih kecil sehingga waktu penyelesaian pekerjaan cenderung lebih panjang. Alternatif 2 berada pada posisi menengah dengan keseimbangan antara biaya dan produktivitas, tetapi tidak memberikan kelebihan yang lebih menonjol dibandingkan alternatif lainnya sehingga dapat dikategorikan sebagai pilihan netral. Sementara itu, Alternatif 3 memiliki tingkat produktivitas paling tinggi dan dinilai lebih sesuai untuk pekerjaan utama yang memerlukan kecepatan pelaksanaan serta ketepatan mutu beton *rigid pavement*

3. Dari hasil perbandingan total biaya dan efisiensi kerja, alternatif 1 dapat dikatakan paling ekonomis untuk tahap persiapan seperti timbunan hasil galian, lapis pondasi agregat kelas A (LPA), dan lean concrete karena mampu menekan biaya proyek meskipun produktivitas alat lebih rendah. Sementara itu, alternatif 3 menjadi pilihan yang paling optimal pada pekerjaan utama rigid pavement karena memiliki kapasitas produksi lebih besar dengan produktivitas tinggi, sehingga mendukung percepatan pelaksanaan sekaligus menjaga mutu konstruksi. Dengan demikian, strategi terbaik adalah menerapkan kombinasi alternatif 1 dan alternatif 3, di mana alternatif 1 difokuskan pada pekerjaan persiapan yang menuntut efisiensi biaya, sedangkan alternatif 3 digunakan pada pekerjaan utama yang membutuhkan efektivitas, kecepatan, dan kualitas hasil pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, W. A. (2018). Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Dwi Novi Setiawati Begitu Pula Proyek Pembangunan Pabrik. Warid Alfatih Akbar, 14, 63–65. <https://doi.org/10.15900/j.cnki.zylf1995.2018.02.001>
- Badaruddin, S., Putra, D. Y., Putra, I. D., & Asri, A. A. (2022). Analisis Pemilihan Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Bendungan Utama Pamukkulu , Kab . Takalar) Analysis of Heavy Equipment Selection on Stockpiling Work (Case. 2(2).
- Diasa, I. W., Ardana, P. D. H., & Erawan, I. M. P. (2021). Alternatif Pemilihan Kombinasi Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. I Wayan Diasa, 13(01), 74–83. <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>
- <https://www.indotrading.com/>. (n.d.). No Title. Indotrading. (2009). Diakses Pada 12 April 2023 Dari <https://www.Indotrading.Com/>.
- Maddeppungeng, A. (2013). Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Dwi Novi Setiawati Begitu Pula Proyek Pembangunan Pabrik. 91–103.
- Muhammad Maulana Akbar Sidiq. (2022). Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan. Akbar Sidiq, 15(1), 1–13. <https://doi.org/10.56444/jts.v15i1.32>
- Nugraha, D., Iriana, R. T., & Djuniati, S. (2017). Analisis Biaya Dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat Pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV Pekanbaru. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau, 5(1), 1–10.
- PUPR no 1 Tahun (2022). (n.d.). Peraturan Menteri PUPR no 1 tahun 2022 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 95–140.
- Purwanto. (2022). Sugeng Purwanto 1 , Jeply Murdianan Guci 2 , Nindi Handayani Putri 3 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang Jl. Perintis Kemerdekaan I No.33 Cikokol Tangerang *. 1(2).
- Supit, D. D. (2020). Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan - Menentukan Produktivitas Dan Efisiensi Penggunaan Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah Dan Perkerasan Berbutir Tersebut Di Atas . - Mengetahui jumlah alat berat yang dibutuhkan pada pekerjaan te. DynamicSainT, V(1), 906–917.
- Utama Dewi, S., & Hendi Jaya, F. (2019). Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Jalan Tol Trans Sumatera (Studi Kasus : Paket III Kota Baru-Metro STA 102+775-103+225). Sari Utama Dewi, 8(2), 162–169.
- Warka, I. G. P., Ariati, C. P., Teknik, J., & Universitas, S. (2021). Analisa Produktivitas Dan Biaya Operasional Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Street-Race Circuit Mandalika. 849–857.

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PETUNJUK PENULISAN ARTIKEL

1. Artikel merupakan hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil baik dari Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe maupun Perguruan Tinggi lainnya.
2. Artikel diketik menggunakan komputer dalam format *Microsoft Word* pada kertas berukuran A4 dengan jarak baris 1 (satu) dan jenis huruf *Times New Roman* 12 pt. Panjang keseluruhan artikel minimum 5 halaman dan maksimum 10 halaman termasuk Abstrak, Tabel, Gambar dan Daftar Pustaka.
3. Artikel ditulis dengan menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai ejaan yang disempurnakan dengan memperhatikan kaidah-kaidah ilmiah yang telah dibakukan. Apabila menggunakan istilah-istilah asing, hendaknya ditulis dengan menggunakan huruf miring.
4. Artikel ditulis dengan urutan sebagai berikut:
 - a. Judul
 - b. Nama Penulis
 - c. Abstrak
 - d. Kata Kunci
 - e. Pendahuluan
 - f. Metodologi
 - g. Hasil dan Pembahasan
 - h. Simpulan
 - i. Daftar Pustaka
5. Artikel dikirim dalam bentuk *softcopy* ke alamat email: pjj@pnl.ac.id paling lambat 2 (dua) bulan sebelum waktu terbit.
6. Redaksi berhak merubah/memperbaiki tata bahasa dari artikel yang akan dimuat tanpa merubah isinya.
7. Artikel yang dikirim menjadi hak milik Redaksi. Artikel yang layak untuk diterbitkan karena keterbatasan ruang sehingga belum dapat diterbitkan, akan dipertimbangkan untuk penerbitan selanjutnya atau dapat ditarik kembali oleh penulisnya.
8. Artikel yang masuk ke Redaksi akan diperiksa oleh Dewan Editor tentang keabsahannya, kajian substansi dan kualitas dari artikel.
9. Artikel belum pernah dan tidak sedang diusulkan untuk dipublikasikan pada media ilmiah lainnya.

JUDUL DITULIS DI TENGAH DENGAN HURUF KAPITAL DAN TEBAL, GUNAKAN JENIS HURUF TIMES NEW ROMAN UKURAN 14 PT

Mahasiswa¹, Pembimbing Utama², Pembimbing Pendamping³

(Nama penulis ditulis di tengah tanpa gelar akademik dengan menggunakan jenis huruf tebal
Times New Roman ukuran 12 pt)

¹ Mahasiswa, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: mahasiswa@pnl.ac.id

² Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: pembimbing.utama@pnl.ac.id

³ Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: pembimbing.pendamping@pnl.ac.id

ABSTRAK

Abstrak ditulis dengan menggunakan jenis paragraf *justify* (rata penulisan pada bagian kanan dan kiri) dengan indentasi 1,5 cm. Huruf *Times New Roman* ukuran 10 pt, spasi 1 dan tidak lebih dari 350 kata.

Kata kunci: kata kunci pertama, kata kunci kedua, maksimal 5 kata kunci

I. PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan membahas terkait latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan dari perencanaan/penelitian yang dilakukan. Pada bagian ini juga dimasukkan tinjauan pustaka secara ringkas.

II. METODOLOGI

Bagian ini menjelaskan secara rinci tentang metode yang digunakan dalam perencanaan/penelitian yang dilakukan. Gunakan langkah-langkah pengerjaan dengan sistematis sehingga pemahaman terkait metode yang digunakan dapat dipahami dengan lebih mudah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian hendaknya dituliskan secara singkat, padat dan jelas. Hasil lebih baik disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menarik dan mudah untuk dipahami. Pembahasan terkait hasil hendaknya menguraikan arti pentingnya hasil perencanaan/penelitian yang dilakukan.

A. *Format Penulisan*

Penulisan pada kertas dengan ukuran A4 yaitu 29,7 cm (11,69 inchi) panjang dan 21,0 cm (8,27 inchi) lebar. Batas margin yang digunakan adalah 2,54 cm (1 inchi) untuk setiap sisi kertas.

Penulisan bagian isi dari artikel menggunakan jenis huruf *Times New Roman* dengan ukuran 12 pt. Paragraf disusun secara teratur dengan jenis paragraf *justify* (rata penulisan pada bagian kanan dan kiri).

B. Jumlah Halaman

Jumlah halaman bagi setiap artikel yang dimasukkan ke Jurnal Sipil Sains Terapan harus memenuhi ketentuan minimal 5 halaman dan maksimal 10 halaman.

C. Penulisan Heading

Heading adalah tingkatan ataupun level dalam penulisan. Fungsinya hampir sama dengan Bab, Sub-Bab dan Sub Sub-Bab. Sebaiknya tidak menggunakan *heading* yang lebih dari 3 (tiga) tingkatan.

1. Heading level 1

Heading untuk level 1 ditulis rata kiri dengan menggunakan penomoran Romawi (contoh: I, II, III, dst.) dengan menggunakan jenis huruf tebal *Times New Roman* ukuran 12 pt. Huruf pertama pada setiap awal kata ditulis dengan menggunakan huruf kapital kecuali bagi kata hubung (contoh: di, ke, dari, pada, daripada, untuk, dengan atau). Khusus untuk Daftar Pustaka tidak diberikan penomoran.

2. Heading level 2

Heading untuk level 2 ditulis rata kiri dengan penomoran menggunakan huruf abjad (contoh: A, B, C, dst.) dengan menggunakan jenis huruf miring *Times New Roman* ukuran 12 pt. Huruf pertama pada setiap awal kata ditulis dengan menggunakan huruf kapital kecuali bagi kata hubung seperti pada bagian III.C.1.

3. Heading level 3

Heading untuk level 3 ditulis rata kiri dengan adanya indentasi 1 cm (0,39 inchi). Penulisan menggunakan angka (contoh: 1, 2, 3, dst.) dengan menggunakan jenis huruf *Times New Roman* ukuran 12 pt. Hanya huruf pertama pada kata pertama saja yang ditulis dengan menggunakan huruf kapital.

D. Tabel dan Gambar

Tabel dan gambar harus terletak di tengah (*centered*). Tabel dan gambar diperbolehkan menggunakan warna yang menarik sehingga lebih mudah untuk dipahami. Khusus untuk gambar yang berupa grafik warna hitam putih, gunakan jenis garis yang berbeda (contoh: garis utuh, garis putus-putus, garis titik-titik, dsb.).

Keterangan untuk gambar terletak di tengah bawah dari gambar tersebut, sedangkan untuk tabel terletak di tengah atas dari tabel tersebut. Penulisan judul tabel dan gambar tersebut menggunakan jenis huruf *Times New Roman* dengan ukuran 10 pt. Penulisan label untuk tabel dan gambar diikuti dengan tanda titik dan hanya huruf pertama pada kata pertama saja yang menggunakan huruf kapital. (contoh: Tabel 1. Keterangan tabel; Gambar 1. Keterangan gambar).

E. Persamaan

Persamaan ditulis dengan menggunakan *Microsoft Equation Editor* atau *MathType add-on*. Jangan *copy paste* persamaan dari file lain yang berbentuk pdf. atau jpg. Penomoran persamaan ditulis rata kanan dengan angka di dalam tanda kurung.

F. Referensi

Setiap dokumen/pustaka yang disitasi pada Jurnal Sipil Sains Terapan ini harus dituliskan di bagian referensi. Jumlah pustaka yang disitasi minimal 5 buah, dengan 80% berupa acuan primer. Acuan primer yang dimaksud adalah artikel jurnal, *book chapter*, paten, paper seminar/prosiding. Adapun yang dimaksud dengan acuan sekunder adalah buku teks dan *handbook*.

IV. SIMPULAN

Simpulan berisi tentang poin-poin utama artikel. Simpulan hendaknya tidak mengulangi yang sudah dituliskan di bagian Abstrak, akan tetapi membahas hasil-hasil yang penting, penerapan maupun pengembangan dari perencanaan/penelitian yang dilakukan. Bagian ini hendaknya juga dapat menunjukkan apakah tujuan dari perencanaan/penelitian dapat tercapai. Kesimpulan ditulis dalam bentuk paragraf uraian, hindari penggunaan *bulleted list*.

DAFTAR PUSTAKA

Nama Penulis, Anggota. (Tahun). *Judul dari Rujukan yang Digunakan*. Jenis Rujukan. Penerbit. Tempat Terbit.

(Ditulis dengan urutan secara alfabetis berdasarkan nama belakang penulis).

Alamat Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh–Medan Km. 280,3 Buketrata
Lhokseumawe, 24301. P.O. Box 90
Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

