

Studi Kasus Sistem Pemeliharaan Rel Kereta Api Koridor Palang Parasamia - Jembatan Sungai Piring

Yureina

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

Yureina11@gmail.com

Abstrak

Kereta api merupakan salah satu alternatif angkutan jalan rel (baja) bagi penumpang dan barang untuk berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya yang memiliki beberapa kelebihan, yaitu berdaya angkut hemat bahan bakar, jalur yang dapat menembus sampai ke pusat kegiatan/kota, kecepatan operasional yang cenderung konstan sehingga waktu tempuh lebih cepat dan lebih nyaman bagi penumpang, dan tarif yang lebih terjangkau. Maka dari itu diperlukan pemeliharaan tahunan jalan rel yang tepat dan efisien agar kinerja jalan rel tetap dalam kondisi normal dan aman. Jalan rel kereta api yang tidak dipelihara akan mengalami penurunan kualitas kinerja yang secara fisik akan terjadinya kerusakan misalnya rel rusak (rel patah, aus, bergelombang), sambungan rel, wesel rusak, bantalan rusak, rel amblas karena tidak baik, penambat rel sudah longgar dan genjotan disambungan serta pada lengkungan. Untuk mempertahankan kualitas pelayanan jalan kereta api yang layak sehingga dapat memberikan keselamatan, kenyamanan, keamanan dan ketetapan waktu perjalanan kereta api maka perlu dilakukan pemeliharaan dan perbaikan sesuai kelas jalan rel. Perawatan merupakan suatu kegiatan yang memelihara atau menjaga peralatan atau fasilitas dan mengadakan perbaikan ataupun penggantian yang diperlukan agar tercapai suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan. Tugas akhir ini mengidentifikasi parameter pemeliharaan jalan kereta api melalui Track Quality Indeks (TQI).

Kata Kunci: *Jalan rel, Kereta api, Pemeliharaan jalan rel, Track Quality Indeks (TQI).*

1. PENDAHULUAN

Alternatif angkutan jalan rel (baja) bagi penumpang dan barang untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya yang memiliki beberapa kelebihan, yaitu berdaya angkut besar (massal), kendaraannya mampu menempuh perjalanan jarak jauh dan hemat bahan bakar, jalur yang dapat menembus sampai ke pusat kegiatan/kota, kecepatan operasional yang cenderung konstan sehingga waktu tempuh lebih cepat dan lebih nyaman bagi penumpang, berjalan diatas jalur sendiri sehingga lebih aman dari kecelakaan, dan dengan tarif yang lebih terjangkau. Untuk itu maka diperlukan pemeliharaan tahunan jalan rel yang tepat dan efisien agar kinerja jalan rel tetap dalam kondisi normal dan aman untuk melewati kereta api selama umur pelayanan jalan rel. (Alamsyah 2003).

Jalan rel kereta api yang tidak dipelihara akan mengalami penurunan kualitas kinerja yang secara fisik akan terjadinya kerusakan misalnya rel rusak (patah, aus, bergelombang), sambungan rel, wesel rusak, bantalan rusak, rel amblas karena tidak baik, penambat rel sudah longgar dan genjotan disambungan serta pada lengkungan. Untuk mempertahankan kualitas pelayanan jalan kereta api yang layak sehingga dapat memberikan keselamatan, kenyamanan, keamanan, dan ketepatan waktu perjalanan kereta api, maka perlu dilakukan pemeliharaan dan perbaikan sesuai kelas jalan rel. (Harjono, 2009)

Faktor terjadinya kecelakaan jalan kereta api bermacam-macam misalnya anjlog. Jalan kereta api merupakan konstruksi dari batu, pasir, bantalan hingga batang rel memerlukan pemeliharaan yang terus menerus karena ballast yang menopang bantalan dan rel mudah berubah strukturnya akibat alam ataupun manusia. Pemeriksaan terhadap kondisi jalan kereta api dilakukan secara manual oleh tenaga manusia yang berjalan menyusuri jalan kereta api untuk memeriksa kerusakan dan melakukan perbaikannya. (Malkhamah et al., 2014)

Perawatan adalah suatu kegiatan yang memelihara atau menjaga peralatan / fasilitas dan mengadakan perbaikan ataupun penggantian yang diperlukan agar tercapai suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan. Industri kereta api mencoba meningkatkan produktivitas tim pemeliharaan mereka melalui kontrol yang lebih efektif terhadap kerusakan jalur. (Agung Purwono, 2019)

Kinerja operasional kereta api yang terganggu akan menyebabkan kerugian, baik dari segi waktu, material, bahkan mengancam keselamatan penumpang. Hal tersebut sangat mungkin terjadi bila struktur jalan rel yang lambat laun mengalami penurunan kualitas tidak dilakukan tindakan. Oleh karena itu dilakukanlah pemeliharaan untuk mengontrol kinerja operasional kereta api tersebut (Menurut Muthohar 2010).

Kereta Api adalah sarana transportasi berupa kendaraan tenaga uap atau listrik yang terdiri atas rangkaian gerbong yang ditarik oleh lokomotif dan berjalan diatas rel atau rentangan baja. Dan menurut Peraturan Menteri Perhubungan No.32 Tahun 2011, Kereta Api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya yang akan ataupun sedang bergerak, di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api. (Tentang et al., n.d.).

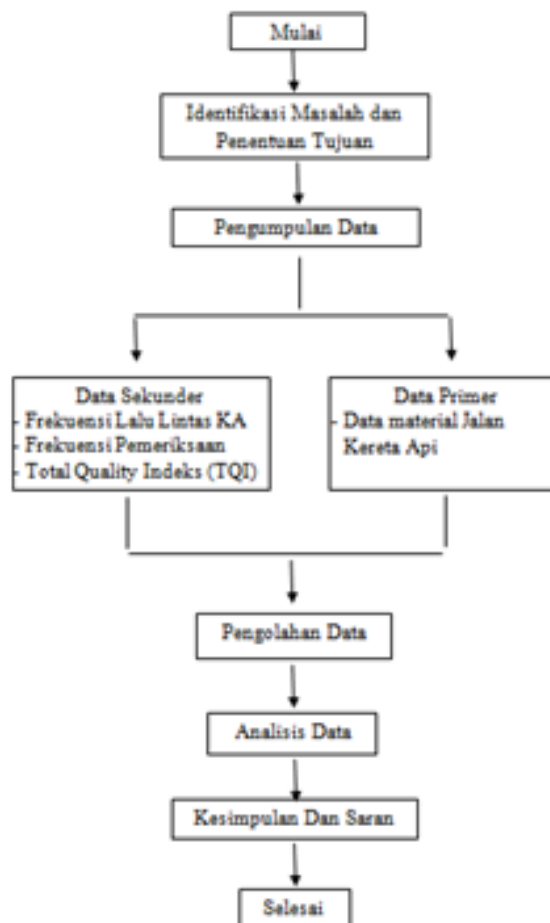
Dalam pelaksanaannya pemeliharaan jalan rel dilakukan dalam suatu siklus tertentu, sehingga tindakan pemeliharaan dapat terencana dengan baik. PT KAI mengklasifikasikan pemeliharaan jalan rel berdasarkan siklus pemeliharaan menjadi dua macam, yaitu perawatan sempurna dan perawatan khusus. (Adityadharm et al., 2004)

1. Pemeliharaan Rel
2. Pemeliharaan Alat Penyambung Rel
3. Pemeliharaan Alat penambat Rel
4. Pemeliharaan bantalan
5. Pemeliharaan wesel
6. Pemeliharaan Alas Balas
7. Pemeliharaan geometri

Track Quality Indeks adalah angka – angka kelayakan yang secara objektif mengukur kondisi lintasan. TQI Digunakan untuk penentuan perawatannya maka diperlukan nilai standart untuk mengevaluasi kualitas jalan rel, memantau degradasi track dan operasi pemeliharaan, dapat meringkas dan menampilkan kondisi sebagian besar lintasa, dan berkolerasi dengan standart keselamatan dan nilai kualitas kendara.(kurniawan. w, 2015).

Perhitungan nilai TQI untuk memprediksikan rekomendasi nilai TQI yang bisa digunakan sebagai dasar perbaikan track eksisting. Setelah mengetahui hal tersebut, rekomendasi standart tersebut digunakan untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan mengenai track, memberi gambaran kualitas jalan rel, optimasi sumber daya pemeliharaan dan siklus pemeliharaan, serta monitoring dan mengendalikan kualitas jalan rel. (Lubis & Widyastuti, 2020)

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

Studi Pendahuluan

Metodologi Studi ini menguraikan cara kerja dan tahapan dalam penilitan yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Pada tahap ini dilakukan agar data – data yang menunjang studi tentang permasalahan ini dapat tersusun rapi dan sistematis sehingga tujuan studi ini dapat tercapai. Metodologi pelaksanaan studi meliputi :

1. Persiapan penelitian yang meliputi studi literatur mengenai topik – topik yang sekiranya berhubungan dengan arah tujuan studi ini.
2. Metode pengumpulan data yang mencakup data lapangan dan data obyek studi (jalan rel).
3. Metode analisis data yang akan digunakan dalam studi.

Identifikasi masalah dilakukan dengan mengambil fokus pada permasalahan jalan kereta api yang dibatasi pada prasarananya, kontruksi jalan rel yaitu material jalan kereta api dalam pelaksanaan pemeliharaan. Tahapan – tahapan dalam program kerja pembuatan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah dengan mengambil fokus pemeliharaan kereta api pada jalur lintas jurusan palang parasamia – jembatan sungai piring.
2. Melakukan studi pustaka untuk mengumpulkan informasi tertulis mengenai studi pemeliharaan jalan kereta api.
3. Melakukan studi lapangan dengan cara survei data pada instansi terkait dalam pemeliharaan kereta api yang sedang ditinjau.
4. Mengolah data yang diperoleh dari studi lapangan yang dilakukan dan menyajikan data tersebut melalui berbagai bentuk tabel dan grafik yang dapat mempresentasikan keadaan lapangan sebenarnya.
5. Analisis data dari hasil pengolahan data untuk dianalisis apakah kebutuhan material dan pelaksanaan sudah cukup memadai. Hal ini dapat dilihat apakah dalam pelaksanaannya dengan sumber daya, peralatan dan sistem perawatan yang ada dapat memenuhi kebutuhan sehingga tidak terjadi backlog.
6. Mengambil kesimpulan dari hasil analisa data yang diperoleh dan memberikan saran baik untuk pemeliharaan yang lebih optimal maupun untuk keperluan penelitian dimasa yang akan datang.

Persiapan Penelitian

Tahapan penjelasan mengenai persiapan penelitian akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi pustaka lebih diarahkan pada tinjauan makalah, artikel pada jurnal, standart pedoman pemeliharaan, text book, dan juga media lainnya untuk mengumpulkan informasi mengenai sistem pemeliharaan jalan kereta api.
2. Pengumpulan dan pengolahan data, sebagai berikut :
 - a. Pengumpulan data dengan survei data pada instansi terkait, bertujuan untuk mengetahui sistem pemeliharaan jalan kereta api yang sedang dikerjakan.
 - b. Pengolahan data dilakukan dengan metode statistik deskriptif, metode statistik ini memberikan penyajian dan analisa secara deskriptif yang sederhana dan mudah dipahami
 - c. Menganalisa dan perhitungan pemeliharaan jalan kereta api.

Pengumpulan Data

Data – data yang diperlukan untuk analisis antara lain :

- a. Data primer meliputi, yaitu :
 - Data material jalan rel
- b. Data sekunder meliputi, yaitu :
 - Frekuensi lalu lintas KA
 - Frekuensi pemeriksaan
 - Data track quality indeks (TQI)

3. HASIL

Kecapatan Operasi Rata-Rata (km/jam)	Jenis Kereta Api	Jumlah Lintas Operasi per hari	Jumlah Kereta Penumpang Barang pada Rangkaian	Tonase Lokomotif & Kereta Penumpang Barang (ton)	Beban Gandar Rata-Rata (ton)
100	U51 (RAP)	1	7 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 104	15 14
	U56 (MDN)	1	7 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 106	15 14
	U53 (RAP)	1	7 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 108	15 14
	U54 (MDN)	1	7 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 105	15 14
105	U58F (MDN)	1	7 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 108	15 14
100	U55 (RAP)	1	7 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 107	15 14
	U52 (MDN)	1	7 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 109	15 14
102	U57F (RAP)	1	7 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 108	15 14
80	2814 (BLW)	1	18 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 30	15 14
	2812 (BLW)	1	18 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 30	15 14
	2816 (BLW)	1	18 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 40	15 14
	2818 (K05)	1	18 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 40	15 14
	2817 (PUB)	1	18 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 42	15 14
	2813 (RAP)	1	18 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 42	15 14
	2811 (PMA)	1	18 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 54	15 14
	2815 (RAP)	1	18 Rangkaian	Lokomotif : 88 Penumpang : 54	15 14

Tonase Penumpang dan Kereta harian (Tp)

$$\begin{aligned}
 T_p \text{ Total} &= \text{Penumpang} + \text{Barang} \\
 &= 5.985 + 5.976 \\
 &= 11.961 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tonase Lokomotif Harian (T1)

$$\begin{aligned}
 T_1 \text{ Total} &= \text{Penumpang dan Barang} \\
 &= 4.928 + 12.672 \\
 &= 17.000 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya Angkut Lintas (Passing Tonage)

$$\begin{aligned}
 TE &= T_p + (K_b \times T_b) + (K_t \times T_1) \\
 &= 11.961 + (1,5 \times 17,600) \\
 &= 38,361 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= 360 \times S \times TE \\
 &= 360 \times 1,1 \times 38,361 \\
 &= 15, 190, 956 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian pada lintasan Palang Parasamia – Jembatan Sungai Piring

termasuk dalam kelas jalan II (PD 10) = 10.000.000 ≥ 15.190.956 ≥ 20.000.000 (ton/tahun) dan golongan UIC 5 = 28.000 ≥ 15.190 > 14.000.

4. PEMBAHASAN

Perhitungan kecepatan operasi

Kecepatan rata-rata operasi :

$$\begin{aligned} \frac{(N_i \times V_i)}{V_i} &= \frac{(4 \times 100) + (1 \times 105) + (2 \times 100) + (1 \times 102) + (8 \times 80)}{4 + 1 + 2 + 1 + 8} \\ &= 1447/16 \\ &= 90,5 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Oleh karena itu, berdasarkan data lalu lintas kereta api memiliki rencana yaitu:

1. Kelas jalan II (10.106 – 20.106) ton/tahun
2. Kecepatan operasi : 90,5 km/jam
3. Kecepatan maksimum (kelas jalan II) : 110 km/jam
4. Memakai R-54

Analisis Track Quality Indeks (TQI)

$$\text{Total TQI} = \frac{13055,552}{324} = 40,29 \%$$

Dari analisa yang dilakukan, data hasil indeks kualitas rel atau Track Quality Indeks tahun 2016 pada koridor Palang Parasamia – Jembatan Sungai Piring Km 0,500 – 33,000 menunjukkan bahwa kondisi kualitas rel 40,29%. Hal ini dikategorikan dalam kondisi Baik dikarenakan semakin rendah nilai Track Quality Indeks maka semakin tinggi kualitas rel.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian nilai *Track Quality Indeks* pada lintas palang Parasamia – Jembatan Sungai Piring adalah diganti atau dibuang bagian rusaknya dan disambung kembali dengan las menjaga kekencangan baut sambungan pada rel + sambungan, pada bantalan, alat penambat, dan balas rel perbaikan dilakukan dengan mengganti fasilitas dengan yang baru. Pada wesel perawatan dilakukan dengan memeriksa wesel dan perbaikan sesuai kebutuhan.
2. Sistem pemeliharaan jalan rel perjana membutuhkan kajian ulang yang disebabkan oleh kondisi material, jumlah tenaga regu yang menurun, dan makin tinggi permintaan pemeliharaan mekanisasi dan frekuensi. Sehingga didapat strategi program pemeliharaan jalan kereta api, sebagai berikut:
 - a. Aman, proses pemeliharaan jalan rel dalam kondisi minimal dilakukan agar jalan rel yang dilalui KA dengan kecepatan yang telah ditentukan.
 - b. Aman dan prioritas, dilakukan ketika jalan rel yang mengarah pada kondisi minimal agar jalan rel dapat dilalui KA dengan kecepatan yang telah ditentukan serta peningkatan pada lalu lintas/koridor agar sesuai kebutuhan.
 - c. Menyeluruh, pemeliharaan jalan rel pada kondisi ini dilakukan pada saat waktu yang ideal untuk mempertahankan kondisi sesuai dengan rencana awal.

3. Dari hasil indeks kualitas rel / *Track Quality Index* (TQI) pada tahun 2016, menunjukkan 40,29% kategori baik. Hal ini dikategorikan dalam kondisi Baik dikarenakan semakin rendah nilai Track Quality Indeks maka semakin tinggi kualitas rel.

REFERENSI

- Adisasmita, S. A., & Hadipramana, J. (2011). Improving the airport operation and environmental quality at small airports in indonesia. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 2(2).
- Ali, I. I., Akmal, M. I., Alfisyahrin, A. L., Indrawan, N. F., & Tikson, S. D. S. (2018). Makassar Smart Transportasi: Penerapan Mamminasata Apps dan Mamminasata Card guna optimalisasi Bus Rapid Transit (BRT) Kota Makassar. *JBMI (Jurnal Bisnis, Manajemen, Dan Informatika)*, 14(1), 1–13. <https://doi.org/10.26487/jbmi.v14i1.2069>
- Agustina, I. D., & Nurzanah, W. (2019). STUDI AKSESIBILITAS TRANSPORTASI BERKELANJUTAN UNTUK PENYANDANG CACAT (DISABILITAS) DI PUSAT KOTA MEDAN. *Saintek ITM*, 31(2).
- Amrizal, A., & Lisra, J. (2016). Kajian Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jembatan Layang Simpang Selayang Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 1(1).
- Angraini, P. A. (2018). Study Komperatif Pelayanan Taksi Online Dan Taksi Konvensional Terhadap Kepuasan Pelanggan Dalam Persfektif Ekonomi Islam.
- Aris, Midayani, 2009. Evaluasi Tarif Angkutan Umum Pedesaan (Studi Kasus Minibus PO. Garuda Tiga jurusan Baturetno - Wonogiri). Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ari Widayanti, A. S. dan A. W. (2016). Evaluasi Kualitas Pelayanan Halte dan Pengembangannya Di Kota Surabaya Untuk Mendukung Terwujudnya Infrastruktur Berwawasan Lingkungan. 33–44.
- Arsep, Badi 2019. Evaluasi Kinerja Bus Antar Kota Dalam Provinsi Trayek Palembang-Sekayu. Rugas Akhir: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Asfiati, S., & Mutiara, D. T. (2021). STUDI KESELAMATAN DAN KEAMANAN TRANSPORTASI DI PERLINTASAN SEBIDANG ANTARA JALAN REL DENGAN JALAN UMUM (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Di Jalan Padang, Bantan Timur, Kecamatan Medan Tembung). *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Asfiati, S. (2004). Pembangunan Medan Fair Plaza dan Pengaruhnya Terhadap Prasarana Transportasi.
- Asfiati, S., & Zurkiyah, Z. (2021, August). POLA PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP SISTEM PERGERAKAN LALU LINTAS DI KECAMATAN MEDAN PERJUANGAN, KOTA MEDAN. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 4, No. 1, pp. 206-216).
- Efrida, R., Putra, T. A., & Utami, C. (2019). Pembangunan Irigasi Air Tanah Dangkal Untuk Peningkatan Produktivitas Usaha Tani Desa Sambirejo Kabupaten Langkat. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 1(2), 196-202.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.
- Gunawan, S., Hasan, H., & Lubis, R. D. W. (2020). Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 38-47.
- Gunawan, R. (2006). Analisis Sumber Daya Air Daerah Aliran Sungai Bah Bolon Sebagai sarana Pendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Simalungun dan Asahan. *WAHANA HIJAU Jurnal Perencanaan & Pengembangan Wilayah*, 2(1).

- Majid, T. A., Wan, H. W., Zaini, S. S., Faisal, A., & Wong, Z. M. (2010). The effect of ground motion on non-linear performance of asymmetrical reinforced concrete frames. *Disaster Advances*, 3(4), 35-39.
- Nurzanah, W. (2019). Penentuan Lokasi Pembuangan Material Keruk Alur Pelayaran Pelabuhan Belawan dengan Sistem Informasi Geografis. *Buletin Utama Teknik*, 14(2), 80-91.
- Nurzanah, W. (2020). ANALISA WAKTU TUNGGU BONGKAR MUAT KAPAL DENGAN FASILITAS CRANE DI PELABUHAN GABION BELAWAN. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 180-190.
- Pane, Y., & Anwar, S. (2019, January). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dengan Menggunakan Digital Elevation Model (Dem). In *Prosiding Seminar Nasional Era Industri (SNEI) 4.0* (Vol. 1, No. 1, pp. 18-24).
- Pane, Y., & Suhelmi, S. (2019). PEMANFAATAN SEDIMEN TANAH SUNGAI BAHOROK AKIBAT DARI PERLUASAN VOLUME DI KAWASAN BUKIT LAWANG. *Ready Star*, 2(1), 423-428.
- Pane, Y., Zega, O., Zalukhu, H. P., & Buulolo, C. W. BANGUNAN HEMAT BIAYA DENGAN KREASI BATU BATA BERWARNA. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5(1JUNI), 22-25.
- Prasetijo, J., Wu, N., Ambak, K., Sanik, M. E., Daniel, B. D., & Hadipramana, J. (2016). Performance of non-priority intersections under mixed traffic conditions based on conflict streams analysis. *Transportation in Developing Economies*, 2(1), 1-9.
- Putera, T. A., & Faisal, A. EVALUASI PERBANDINGAN SIMPANGAN STRUKTUR SRPM AKIBAT PERMODELAN STRUKTUR YANG BERBEDA. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(1 JUNI), 18-24.
- Putera, T. A., Gultom, H. M., & Susanto, F. P. (2019). EVALUASI DAN PERENCANAAN PILE CAP PADA FLY OVER JAMIN GINTING KOTA MEDAN. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 30-37.
- Putera, T. A., & Faisal, A. EVALUASI PERBANDINGAN SIMPANGAN STRUKTUR SRPM AKIBAT PERMODELAN STRUKTUR YANG BERBEDA. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(1 JUNI), 18-24.
- Purnomo, Singgih 2017. Evaluasi Transportasi Angkutan Umum Pedesaan Kabupaten Langkat (Studi Kasus). Tugas Akhir: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- Rini, Indri Nurvia Puspita, 2007. Analisis Persepsi Penumpang Terhadap Tingkat Pelayanan Busway. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rimbawati, R., Siregar, Z., Yusri, M., & Al Qamari, M. (2021). Penerapan Pembangkit Tenaga Surya Pada Objek Wisata Kampung Sawah Guna Mengurangi Biaya Pembelian Energi Listrik. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 145-151.
- Saputra, U. (2017). Analisa Tarif Angkutan Umum Trayek Antar Terminal Medan-Kisaran (Sumatera Utara).
- Setiawan, Rudy. 2005. Analisa Tingkat Kepuasan Pengguna Kereta Api Komuter Surabaya – Sidoarjo.
- Siregar, Syofian. 2012. Statistik Parametrik untuk Penelitian Kuantitatif. Jakarta: Bumi Aksara.
- Siregar, Z. (2013). Kajian Penataan Signage di Jalan Gatot Subroto Medan Sebagai Upaya Menciptakan Kota Yang Manusiawi Secara Visual.
- Siregar, Z., & Dewi, I. (2020). Analisis Ruas Jalan Lintas Sumatera Kota Tebing Tinggi Dan Kisaran Sebagai Titik Rawan Kecelakaan Lalu Lintas. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(2), 63-73.
- Siregar, Z. (2020). Kajian Penataan Jalur Pedestrian Jalan Kapten Mukhtar Basri Medan Sebagai Akses Utama Kampus UMSU. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 46-55.
- Siregar, Z. (2013). Kajian Penataan Signage di Jalan Gatot Subroto Medan Sebagai Upaya Menciptakan Kota Yang Manusiawi Secara Visual.

- SURYANTO, B., DALIMUNTHE, M., NAGAI, K., & MAEKAWA, K. SHEAR FATIGUE PERFORMANCE AND CRACK SURFACE OBSERVATIONS IN PVA-ECC BEAMS WITHOUT WEB REINFORCEMENT.
- Tarigan, A. P. M., & Nurzanah, W. (2016). The Shoreline Retreat and Spatial Analysis over the Coastal Water of Belawan. *INSIST*, 1(1), 65-69.
- Utami, C. ANALISA KELAYAKAN RANCANGAN LANSEKAP RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) SUNGAI MATI CISANGKUY BERDASARKAN ASPEK FINANSIAL. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 3(2 DESEMBER), 27-30.
- Wahyuni, R. D. (2017). Kualitas Penyelenggaraan Pelayanan Publik (Studi Tentang Kualitas P Jasa Transportasi di Stasiun Wonokromo Surabaya). *JPAP: Jurnal Penelitian Administrasi Publik*, 3(2), 887-892. <https://doi.org/10.30996/jpap.v3i2.1268>.
- Yuni Yuliance, 2006, Analisa Kepuasan Penumpang KRL Jakarta- Depok- BogorDemgan Metode Analisis Tingkat Kepentingan dan Tingkat Pelaksanaan, Skripsi, FTI, Universitas Gunadarma.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK, PETELITIAIN PENELITIAN TERAPAIN (PT) Tahun Anggaran 2018. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK PENELITIAN RISET TERAPAN/MATERIAL MAJU (PPT) TAHUN ANGGARAN 2017. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Zurkiyah, Z., & Asfiati, S. (2021). ANALISIS TINGKAT PELAYANAN DERMAGA PELABUHAN PENUMPANG TELUK NIBUNG ASAHAN, TANJUNG BALAI SUMATERA UTARA. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 4, No. 1, pp. 248-252).
- Zurkiyah, Z., & Hidayat, N. (2021). STUDI OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PONDASI DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF PADA PROJECT PEMBANGUNAN TERMINAL LPG PRESSURIZED 4 X 3000 MT MEDAN-BELAWAN. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Zurkiyah, Z. (2018, June). PERBANDINGAN RUANG HENTI KHUSUS UNTUK SEPEDA MOTOR DI PERSIMPANGAN BERSINYAL KOTA MEDAN. In *SEMNASTEK UISU 2018*.