

Perencanaan Jembatan Komposit Bentang 50 M Desa Kecapi Kecamatan Tahunan Kabupaten Jepara

Khotibul Umam¹, Yayan Adi Saputro², Maulana Anwar Safi'i³, Tira Roesdiana⁴, Mochammad Qomaruddin⁵,

^{1,2,3,5} Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, Indonesia

⁴ Program Studi Teknik Sipil Universitas Swadaya Gunung Jati, Indonesia

DOI: 10.26623/teknika.v18i2.7812

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit : 2023-09-06

Direvisi : 2023-10-07

Disetujui : 2023-10-30

Keywords:

Bridge Composite, Upper Structure, Lower Structure

Abstrak

Upaya dalam meningkatkan mobilisasi masyarakat perlu adanya pembangunan sarana dan prasarana perhubungan yang memadai sejalan dengan pertumbuhan teknologi dan industri. Masalah yang sering terjadi dalam pembangunan jalan raya terutama pembangunan jalan raya di Dukuh Ngesing RT 21 RW 04 dan Dukuh Telahap RT 09 RW 02 Desa Kecapi terhalangnya oleh rintangan berupa sungai sehingga perlu dibangun bangunan penghubung seperti jembatan. Tahapan perencanaan diawali dengan survey pendahuluan, Perencanaan struktur atas jembatan dan Perencanaan struktur bawah jembatan. Hasil yang diperoleh dari perencanaan struktur atas jembatan menggunakan pipa sandaran 3 inch. Sandaran pipa panjang 20 cm lebar 15 cm tinggi 100 cm dengan tulangan D10-100 mm dan D10-150. Lantai trotoar lebar 70 cm tebal 20 cm dengan tulangan D12-200 mm dan D12-200. Lantai kendaraan lebar 7,4 m tebal 20 cm dengan susunan tulangan atas bawah D22-250 mm dan D16-450 mm. Gelagar Memanjang (*Girder*) dengan dimensi WF 850.300.39.19 dan Gelagar Melintang (*Diafragma*) dengan dimensi WF 250.125.9.6. Untuk struktur bawah jembatan menggunakan pier dengan dimensi panjang 7,5 m tinggi 7,5 m lebar 1,75 m susunan tulangan D32 - 120 mm, D25 - 170 mm, dan tulangan hoops D13-500 mm, *pile cap* dengan dimensi panjang 11 m tinggi 1,5 m lebar 7 m susunan tulangan atas bawah D32 - 300 mm, dan D28 - 150 mm. Pada mutu beton *pier* dan *pile cap* menggunakan kuat tekan pada f_c 30 MPa dan mutu besi tulangan pada f_y 400 MPa. Tiang pancang dengan mutu beton f_c 30 MPa diameter 40 cm membutuhkan 8 tiang dengan kedalaman sesuai perhitungan dan hasil sondir.

Abstract

Efforts to improve community mobilization require the development of adequate transportation facilities and infrastructure in line with technological and industrial growth. Problems that often occur in road construction, especially road construction in Dukuh Ngesing RT 21 RW 04 and Dukuh Telahap RT 09 RW 02 Kecapi Village, are blocked by obstacles in the form of rivers so that connecting buildings such as bridges need to be built. The planning stages begin with a preliminary survey, planning the upper structure of the bridge and planning the structure under the bridge. The results obtained from planning the upper structure of the bridge using a 3inch backrest pipe. Backrest pipe length 20 cm width 15 cm height 100 cm with reinforcement D10-100 mm and D10-150. Sidewalk floor 70 cm wide 20 cm thick with D12-200 mm and D12-200 reinforcement. Vehicle floor 7.4 m wide 20 cm thick with reinforcement arrangement of top and bottom D22-250 mm and D16-450 mm. Longitudinal Girder with dimensions WF 850.300.39.19 and Transverse Girder (Diaphragm) with dimensions WF 250.125.9.6. For the lower structure of the bridge using a pier with dimensions 7.5 m long 7.5 m high 7.5 m wide 1.75 m reinforcement arrangement D32 - 120 mm, D25 - 170 mm, and reinforcement hoops D13-500 mm, pile cap with dimensions 11 m long 1.5 m wide 7 m top bottom reinforcement arrangement D32 - 300 mm, and D28 - 150 mm. The quality of pier and pile cap concrete uses a compressive strength of f_c 30 MPa and the quality of reinforcing iron at f_y 400 MPa. Piles with concrete quality f_c 30 MPa diameter 40 cm require 8 piles with a depth according to calculations and sondir results.

PENDAHULUAN

Kabupaten Jepara merupakan Kabupaten yang terdapat di Propinsi Jawa Tengah, dengan memiliki jarak tempuh ke ibukota propinsi sekitar 71 km (Cipta Karya Kabupaten Jepara, 2011). Wilayah kabupaten ini berbatasan secara langsung dengan beberapa kabupaten yaitu kabupaten Pati, kabupaten Kudus, dan kabupaten Demak (Cipta Karya Kabupaten Jepara, 2011). Dengan kondisi topografi tersebut tingkat mobilisasi masyarakat Jepara sangat beragam. Salah satunya di Desa Kecapi, merupakan desa terluas yang berada di Kecamatan Tahunan Kabupaten Jepara memiliki luas wilayah 882 Ha. Luas wilayah Desa Kecapi terbagi menjadi beberapa yaitu permukiman, pertanian, fasilitas umum dan kegiatan ekonomi (A'an, 2019). Dalam upaya peningkatan mobilisasi masyarakat Desa Kecapi perlu adanya pembangunan sarana dan prasarana perhubungan darat (Peraturan Menteri Perhubungan, 2006; Mochammad Qomaruddin & Saputro, 2016), laut, dan udara yang memadai sejalan dengan pertumbuhan teknologi dan industri tanpa adanya sarana dan prasarana yang memadai dapat menghambat aktifitas mobilisasi masyarakat diberbagai sektor kehidupan (Nadya Faizatur Rosyidah, Decky Rochmanto, 2022). Masalah yang sering terjadi dalam pembangunan jalan raya terutama pembangunan jalan raya di Dukuh Ngesing RT 21 RW 04 dan Dukuh Telahap RT 09 RW 02 Desa Kecapi terhalangnya oleh rintangan berupa sungai sehingga perlu dibangun bangunan penghubung seperti jembatan (RSNI-T-02-2005, 2005). Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam proses perencanaan ini adalah analisa struktur bangunan atas (M Qomaruddin et al., 2015) dan struktur bangunan bawah jembatan beton komposit guna menyelesaikan permasalahan yang terjadi di lapangan.

METODE

Metode yang dilakukan menggunakan metode kuantitatif dengan beberapa tahapan diawali pengumpulan data primer dan data sekunder yang selanjutnya akan digunakan pada proses perencanaan, tahapan yang kedua penentuan bangunan struktur atas jembatan komposit (Hidayat, 2016; Khoeroni, 2021). Tahapan yang ketiga penentuan bangunan struktur bawah jembatan. Berikut adalah tahapan (Departement Pekerjaan Umum, 2018) dalam perencanaan jembatan komposit :

1. Data Pendahuluan

Dilakukan untuk meninjau kondisi lokasi perencanaan jembatan saat ini gunakan untuk mengumpulkan data lapangan seperti bentang jembatan dan kondisi lingkungan sekitar (Destiyanto, 2019). Hasilnya sebagai berikut :

a) Dimensi Jembatan

- Panjang Bentang jembatan A-B & C-D	= 15 m
- Panjang Bentang jembatan B-C	= 20 m
- Total Panjang Bentang jembatan	= 50 m
- Lebar lalu lintas 2 x 3	= 6 m
- Lebar trotoar 2 x 0,7	= 1,4 m
- Lebar total jembatan	= 7,4 m

b) Konstruksi Jembatan

- Tipe jembatan	= Jembatan Komposit
- Lantai jembatan	= Beton K300
- Gelagar Memanjang	= WF 850
- Diafragma	= WF 250
- Pilar	= Beton K350
- Pondasi	= Tiang Pancang

c) Data Tanah

Dari data penyelidikan tanah (Badan Standardisasi Nasional, 2008; Fahriani & Apriyanti, 2015; Megananda et al., 2020) yang dilakukan di jepara diperoleh pekerjaan sondir untuk mengetahui tingkat perlawanan tanah terhadap tekanan konus dan letakan (*Friction*) (Badan Standardisasi Nasional, 2008; Fahriani & Apriyanti, 2015) dengan kapasitas maksimum alat 2.5 ton yang dilengkapi dengan bikonus dan dilakukan pada 4 titik dengan hasil sebagai berikut :

1. Titik sondir S1 (total friction = 480 kg/cm) = ($q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$) di kedalaman -2,8 m.
2. Titik sondir S2 (total friction = 480 kg/cm) = ($q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$) di kedalaman -2,8 m.
3. Titik sondir S3 (total friction = 590 kg/cm) = ($q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$) di kedalaman -3,0 m.
4. Titik sondir S4 (total friction = 1180 kg/cm) ($q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$) di kedalaman -6,0 m.

Dilihat dari empat macam analisa data tanah di atas, maka lapisan tanah keras (Fahriani & Apriyanti, 2015) yang paling dalam yaitu pada kedalaman -6,0 m.

2. Struktur Atas Jembatan Komposit

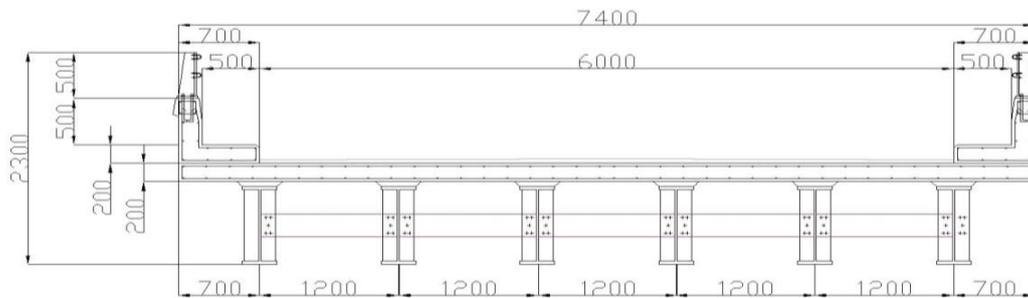
Penentuan bagian-bagian dari struktur atas jembatan dalam perencanaan yaitu pipa sandaran, tiang sandaran, lantai trotoar, pelat lantai jembatan, gelagar memanjang, dan gelagar melintang. Selanjutnya, melakukan pembebanan pada struktur, perhitungan struktur dan analisis gaya pada struktur atas jembatan komposit (Maharani, 2021).

3. Struktur Bawah Jembatan Komposit

Penentuan bagian-bagian dari struktur bawah jembatan dalam perencanaan yaitu Abutment, plat injak, pilar jembatan, Pile Cap, dan pondasi jembatan (RSNI-T-02-2005, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Atas Jembatan



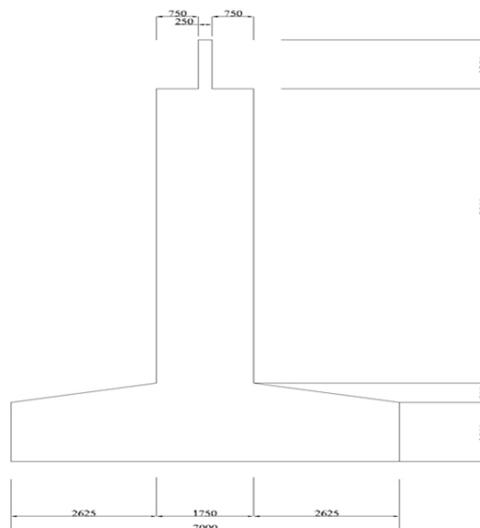
Gambar 1. Potongan Melintang Jembatan

Dalam Perencanaan struktur atas jembatan terdiri dari beberapa bagian yaitu pipa sandaran, tiang sandaran, trotoar, pelat lantai jembatan, gelagar memanjang, dan gelagar melintang dengan hasil sebagai berikut:

- a. Pipa sandaran di rencanakan menggunakan diameter 3 inch, berat pipa (q) 7,72 kg/m, beban vertikal (q_v) 100 kg/m dengan jarak antar sandaran pipa (L) 200 cm, momen yang terjadi pada pipa (M) 5386 kg.cm, tegangan pipa yang terjadi (σ) 417,52 kg/cm² dan kurang dari tegangan ijin pipa (σ ijin) 1600 kg/cm², jadi pipa 3 inch aman digunakan dalam perencanaan.
- b. Sandaran pipa direncanakan menggunakan mutu beton K300 (Mochammad Qomaruddin et al., 2019), kuat tekan ($f'c$) 25 MPa, mutu baja (f_y) 240 MPa, dimensi lebar 15 cm, panjang 20 cm, tinggi 100 cm, jarak antar sandaran pipa (L) 200 cm, dengan perhitungan momen akibat beban mati (M_d) 7,716 kg.m, momen akibat beban hidup (M_I) 200 kg.m, momen ultimate (M_u) 3,2926 KN.m, momen nominal (M_n) 4,4116 KN.m serta perhitungan tulangan (SNI 2052, 2017) didapatkan tulangan utama D10-100 mm dan tulangan bagi D10-100 mm.

- c. lantai trotoar direncanakan menggunakan mutu beton K300, kuat tekan beton ($f'c$) 25 MPa, mutu baja (f_y) 240 MPa dimensi lebar 70 cm, tebal 20 cm, panjang 20 m, dengan perhitungan momen akibat beban mati (M_d) 75,23 KN.m, momen akibat beban hidup (M_l) 3,5 KN.m, momen ultimate (M_u) 78,83 KN.m, momen nominal (M_n) 98,41KNm serta perhitungan tulangan didapatkan tulangan utama D12-200 mm dan tulangan bagi D12-200 mm.
- d. Pelat lantai jembatan direncanakan menggunakan mutu beton K300, kuat tekan beton ($f'c$) 25 MPa, mutu baja (f_y) 390 MPa, dimensi lebar 7,4 m, tebal 20 cm, panjang 20 m, dengan perhitungan pembebanan pada lantai kendaraan meliputi berat sendiri (M_S) 4,8 KN/m, beban mati tambahan (M_A) 2,99 KN/m, beban truk "T" (TT) 157,5 kN, beban angin (E_W) 1,008 kN, beban perubahan temperatur (ΔT) 12,5 °C, hasil dari pembebanan dilakukan perhitungan momen lapangan dan momen tumpuan kemudian dikombinasikan pembebanan kuat I, kuat II, kuat III, kuat IV, kuat V, ekstrim 1 didapat nilai terbesar berada di kombinasi kuat 1 yaitu momen lapangan 58,992 KN.m dan momen tumpuan 57,727 KN.m sehingga tulangan lapangan didapatkan tulangan utama D22-250 dan tulangan bagi D16-450 sedangkan tulangan tumpuan didapatkan tulangan utama D22-250 dan tulangan bagi D16-450.
- e. Gelagar memanjang (*girder*) direncanakan menggunakan WF 850 mm x 300 mm, dengan panjang (L) 20 m, jarak antar gelagar 120 cm, jumlah gelagar 6 buah, Mutu baja 390 MPa, Mutu beton 25 MPa (Setiadji et al., 2022), lebar efektif balok (B_e) 120 cm, dengan perhitungan pembebanan pada gelagar memanjang (*girder*) meliputi beban hidup 798,48 kg/m, beban mati tambahan 747,44 kg/m, ban hidup 350 kg/m kemudian diperhitungkan momen yang terjadi pada gelagar memanjang (*girder*) 11.932 kg.m dan gaya lintang 20.858,2 kg, tegangan baja maksimum yang terjadi 333,77 MPa memenuhi syarat karena kurang dari tegangan ijin baja 390 MPa, tegangan beton maksimum yang terjadi 4,76 MPa memenuhi syarat karena kurang dari tegangan ijin beton 25 MPa, dan lendutan yang terjadi pada gelagar memanjang (*girder*) 1,22 cm memenuhi syarat karena kurang dari lendutan ijin 4 cm, jadi gelagar WF 850 mm x 300 mm aman digunakan.
- f. Gelagar melintang (*diafragma*) direncanakan menggunakan WF 250 mm x 125 mm, dengan panjang (L) 7,4 m, jarak antar gelagar 500 cm, jumlah gelagar 3 buah, Mutu baja 390 MPa, Mutu beton 25 MPa, berat yang direncanakan (W) 87,6 kg/m, tegangan ultimate yang terjadi 74,63 MPa, lendutan yang terjadi pada gelagar melintang (*diafragma*) 1,96 cm memenuhi syarat karena kurang dari tegangan ijin 4 cm, jadi gelagar WF 250 mm x 125 mm aman digunakan.

Struktur Bawah Jembatan



Gambar 2. Penampang Pilar Jembatan

Dalam Perencanaan struktur bawah jembatan terdiri dari beberapa tahap yaitu penentuan bagian-bagian dari struktur atas jembatan yaitu pilar, pile cap dan pondasi tiang pancang hasilnya sebagai berikut:

- a. Pilar jembatan direncanakan menggunakan mutu beton K350, kuat tekan beton (f_c) 30 MPa, mutu baja (f_y) 400 MPa, dimensi panjang 7,5 m, lebar, 1,75 m, tinggi 7,5 m, dengan perhitungan gaya vertikal akibat struktur atas (MSA) 146,01 Ton, gaya vertikal akibat berat pilar (MAP) 470,25 Ton, gaya vertikal akibat beban hidup (H + K) 178,91 Ton, gaya gempa akibat struktur atas (GSA) 37,96 Ton, gaya gempa akibat pier (GAP) 122,27 Ton, gaya gesek tumpuan (GG) 26,28 Ton. Kombinasi berdasarkan tegangan yang digunakan untuk tegangan ijin keadaan plastis ada 4 kombinasi pembebanan. Dari hasil kombinasi pembebanan digunakan kombinasi IV karena memiliki nilai yang paling tinggi dengan gaya vertikal (V) 1192,76 Ton, gaya horisontal (H) 277,31 Ton, momen vertikal (M_V) 3222,39 Ton, momen horisontal (M_H) 1558,22 Ton. Kontrol gaya yang bekerja pada pilar terdiri dari 2 kontrol gaya (Jatob et al., 2019). Gaya geser (FS) yang terjadi pada pilar 2,07 memenuhi syarat karena lebih dari safety faktor (FC) 1,5 cm sedangkan untuk gaya guling (VU) yang terjadi pada pilar 2,12 memenuhi syarat lebih dari safety faktor (FC) 1,5 cm dengan tulangan utama D32-120 mm dan tulangan bagi D25-170 mm.
- b. Pile cap jembatan direncanakan menggunakan mutu beton K350, kuat tekan beton (f_c) 30 MPa, mutu baja (f_y) 400 MPa, dimensi panjang 11 m, lebar, 7 m, tinggi 1,5 m, dengan perhitungan tegangan yang terjadi pada pile cap 51,36 Ton/m², momen yang terjadi 1946,46 Ton.m dengan tulangan utama D32-300 dan tulangan bagi D28-150 mm.
- c. Pondasi tiang pancang direncanakan D40 cm, mutu beton (f_c) 30 MPa, mutu baja (f_y) 400 MPa, dengan kedalaman tanah keras berdasarkan data sondir 6 m, perhitungan daya dukung tiang pancang (Megananda et al., 2020) berdasarkan data sondir 197 Ton, jumlah tiang pancang yang direncanakan 8 buah, dan cek penurunan pondasi tiang pancang kelompok yang terjadi 2,92 cm memenuhi syarat karena kurang dari ijin maksimum penurunan tiang pancang pada kelompok 7,5 cm.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan jembatan beton komposit bentang 50 m di desa Kecapi kecamatan Tahunan kabupaten Jepara diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari perhitungan Struktur bangunan atas jembatan disimpulkan bahwa struktur atas menggunakan pipa sandaran diameter 3 inch, tiang sandaran dengan dimensi panjang 20 cm lebar 15 cm tinggi 100 cm, plat lantai beton bertulang mutu beton K300 menggunakan kuat tekan pada f_c 25 MPa dan mutu besi tulangan pada f_y 300 MPa dengan tebal pelat lantai 20 cm menggunakan susunan besi atas D22 - 250 dan D16 - 450 serta besi bawah D22 - 250 dan D16 - 450, Gelagar Memanjang (*Girder*) dengan dimensi WF 850.300.39.19 dan Gelagar Melintang (*Diafragma*) dengan dimensi WF 250.125.9.6
2. Dari perhitungan Struktur bangunan bawah jembatan disimpulkan struktur bawah menggunakan pier dengan dimensi panjang 7,5 m tinggi 7,5 m lebar 1,75 m susunan besi utama D32 - 120, besi peminggang D28 - 240, besi hoops D13-500. Untuk pile cap dengan dimensi panjang 11 m tinggi 1,5 m lebar 7 m susunan besi atas D32 - 300, dan D28 - 150, besi bawah D32 - 300, dan D 28 - 150. Untuk mutu beton pier dan pile cap menggunakan kuat tekan pada f_c 30 MPa dan mutu besi tulangan pada f_y 400 MPa. Tiang pancang dengan mutu beton f_c 30 MPa diameter 40 cm membutuhkan 8 tiang dengan kedalaman sesuai perhitungan dan hasil sondir sedalam 6 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- A'an, M. D. (2019). *Wilayah Desa Kecapi*. Www.Kecapi.Jepara.Go.Id.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir. *Sni*, 1–23.
- Cipta Karya Kabupaten Jepara. (2011). *Rencana Program Investasi Jangka Menengah (RPJIM) Bidang PU. 2*, 1–41.
- Departement Pekerjaan Umum. (2018). Kriteria Perencanaan Jembatan dan Pembebanan Jembatan. *Kriteria Perencanaan Jembatan Dan Pembebanan Jembatan*, 1–66.
- Destiyanto, R. R. (2019). Analisis Kinerja Lalu Lintas di Jembatan Landak. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 1–13.
- Fahriani, F., & Apriyanti, Y. (2015). Analisis Daya Dukung Tanah Dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka. *Jurnal Fropil*, 3(2), 89–95.
- Hidayat, A. T. (2016). *Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Type (K-truss) Dengan Menggunakan Metode LRFD Di Jembatan Kalilanang, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu*. ITN Malang.
- Jatoeb, M. A., M, H., & Mutoha, A. (2019). Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Rangka Tipe Parker dengan Kontruksi Baja Bentang 60 Meter Desa Bram Itam Raya Kecamatan Bram Itam Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Civronlit Unbari*, 4(2), 69. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v4i2.53>
- Khoeroni, K. (2021). *Perencanaan Struktur Jembatan Rangka Baja Type K-truss Dengan Menggunakan Metode LRFD Di Sungai Sinanggul Kabupaten Jepara*. UNISNU Jepara.
- Maharani, I. G. A. E. (2021). Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Sungai Ihi Kabupaten Barito Selatan. *Skripsi. Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945*, 1–15.
- Megananda, S., Marianti, A., & Indra, S. (2020). Studi Alternatif Perencanaan Struktur Bawah Gedung Menggunakan Pondasi Bore Pile (Studi Kasus Gedung Pascasarjana Unisma). *Jurnal Sondir*, 1, 11–12.
- Nadya Faizatur Rosyidah, Decky Rochmanto, Y. A. S. (2022). ANALISIS KINERJA LALU LINTAS MENGGUNAKAN METODE MKJI 1997 DAN MIKROSIMULASI PTV VISSIM STUDENT VERSION PERKIRAAN 10 TAHUN KEDEPAN (STUDI KASUS JEMBATAN SINANGGUL-MLONGGO). *Jurnal Konstruksi Dan Infrastruktur*, X(1), 1–6. <https://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/6586/2754>
- Peraturan Menteri Perhubungan. (2006). *PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN NOMOR: KM 14 TAHUN 2006* (Vol. 1999, Issue December, pp. 1–6).
- Qomaruddin, M, Rubiatin, Z., Munawaroh, T. H., & ... (2015). Analisa Kerusakan Jembatan Bongpes Desa Gerdu Kabupaten Jepara. *Jurnal ...*, 6(2), 77–81.
- Qomaruddin, Mochammad, & Saputro, Y. A. (2016). Analisa Alinyemen Horizontal Pada Tikungan Depan Gardu PLN Ngabul Di Kabupaten Jepara. *Jurnal DISPROTEK Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara*, 7(2), 36–42.
- Qomaruddin, Mochammad, Umam, K., & Adi, Y. (2019). *Effect of Calcium Oxide Material on The Setting Time of Geopolymer and Conventional Concrete Pastes Pengaruh Bahan Kalsium Oksida Pada Waktu Pengikatan Pasta Beton Geopolimer dan Konvensional*. 19. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol19.iss2.art8>
- RSNI-T-02-2005. (2005). *Standar Pembebanan Jembatan*.
- Setiadji, B. H., Wibowo, M. A., Jonkers, H. M., Ottele, M., Widayat, Qomaruddin, M., Sugianto, F. H., Purwanto, & Lie, H. A. (2022). Pyrolysis of Reclaimed Asphalt Aggregates in Mortar. *International Journal of Technology*, 13(4), 751–763. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i4.5621>
- SNI 2052. (2017). Baja tulangan beton. *Badan Standardisasi Nasional*, 15.