

## Penilaian Hasil Pekerjaan Lapisan Beton Pada Bahu Jalan Akses Tol

Desyana Nur Fitriani <sup>1)</sup>, Muhammad Noor Asnan <sup>2)\*</sup>, Vebrian <sup>3)</sup>

E-Mail : 2011102443044@umkt.ac.id <sup>1)</sup>; mna985@umkt.ac.id <sup>2)\*</sup>; vebrian1902.v1@gmail.com <sup>3)</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur  
Jalan Ir. H. Juanda, Samarinda, 75124, Indonesia

Koresponden naskah : [mna985@umkt.ac.id](mailto:mna985@umkt.ac.id)

### ABSTRACT

*The road shoulder functions as a temporary stopping place for vehicles in emergency situations. The road shoulder has a surface covering construction (asphalt or concrete) and without a covering layer. The standard minimum road shoulder width is 1 m. The study location is at the entrance to the Palaran Toll Road, Samarinda City, where the shoulder layer consists of subgrade soil, a foundation layer in the form of class B aggregate and a layer of concrete 25 cm thick and 2 m wide. In this study the author evaluated the quality of the concrete layer. The research stages include collecting casting data, concrete compressive strength test results and then evaluating its quality based on SNI 2847-2019. The planned concrete quality is  $f_c' 20$  MPa. The first criterion for accepting the compressive strength of the test specimen must be more than  $f_c'$  and the second must be more than  $(f_c'-3.5)$  MPa. The results obtained by all test objects meet both requirements, so the quality of the concrete is acceptable and payment is without reduction in unit price. In this way, the life of the road plan is expected to be achieved..*

*Keywords – Road Shoulder, Compressive Strength, Concrete Quality, Specifications*

### ABSTRAK

Bahu jalan memiliki fungsi sebagai tempat berhenti sementara kendaraan dalam kondisi darurat. Bahu jalan memiliki konstruksi lapis penutup permukaan (aspal atau beton) dan tanpa lapisan penutup. Standar lebar bahu jalan minimal 1 m. Lokasi studi pada jalan akses Tol Palaran Kota Samarinda dimana lapisan bahu jalan terdiri dari tanah dasar, lapis fondasi berupa agregat kelas B dan lapisan beton setebal 25 cm serta lebar 2 m. Pada penelitian ini penulis melakukan evaluasi terhadap kualitas lapisan beton. Tahapan penelitian dengan cara pengumpulan data pengecoran, hasil pengujian kuat tekan beton kemudian melakukan evaluasi mutunya berdasarkan SNI 2847-2019. Mutu beton rencana sebesar  $f_c' 20$  MPa. Kriteria pertama penerimaan kuat tekan benda uji harus lebih dari  $f_c'$  dan kedua harus lebih dari  $(f_c'-3,5)$  MPa. Hasil yang diperoleh semua benda uji memenuhi kedua persyaratan maka kualitas betonnya dapat diterima dan pembayaran tanpa pengurangan harga satuan. Dengan demikian umur rencana jalan diharapkan dapat tercapai.

*Kata Kunci – Bahu Jalan, Kuat Tekan, Mutu Beton, Spesifikasi*

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini pengendara di Indonesia semakin hari mengalami kenaikan yang sangat drastis. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan dalam suatu wilayah maka dibutuhkan prasarana yang memadai agar pengemudi bisa berkendara dengan aman dan nyaman (Yatnikasari et al., 2023). Pada saat berkendara terdapat keadaan darurat yang tidak terduga seperti pecahnya ban kendaraan, kerusakan mesin dan lain-lain. Karena adanya hal tersebut dalam suatu perencanaan pembangunan jalan tidak terlepas dari pentingnya sebuah bahu jalan.

Bahu jalan merupakan sarana jalan raya yang berada ditepi luar jalan yang digunakan untuk pemberhentian kendaraan pada kondisi darurat. Bahu jalan mempunyai kemiringan untuk keperluan pengaliran air dari permukaan jalan dan juga untuk memperkokoh konstruksi jalan. Penempatan bahu jalan pada sisi kiri dan kanan jalan (Alamsyah, 2003). Selain itu bahu jalan juga berfungsi sebagai jalan akses untuk kendaraan darurat seperti mobil ambulans, pemadam kebakaran, mobil polisi yang dalam upaya penanganan musibah saat keadaan jalan mengalami tingkat kemacetan yang padat (Badan Standardisasi Nasional, 2015).

Pengendalian mutu menjadi salah satu hal penting dalam target hasil pekerjaan konstruksi jalan. Pada pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) mutu yang sesuai dengan spesifikasi akan menghasilkan jalan yang laik fungsi selama umur rencana (Kristanto, 2011).

Terkait pngendalian mutu beton pekerjaan perkerasan jalan diatur prosesnya mulai dari tahap pemilihan material, perencanaan campuran, proses pengecoran, pengujian kuat tekan, pengukuran volume dan pembayaran (Spesifikasi Bina Marga, 2018).

Pada studi ini, dilakukan evaluasi mutu beton pekerjaan bahu jalan untuk menentukan tercapainya kuat tekan rencana.

## 2. TINJAUAN PUSAKA

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan, yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban, baik kearah horisontal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban ketanah dasar (Subgrade) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah yang diijinkan (Hardiyatmo, 2015).

Perkerasan beton semen (*rigid pavement*) merupakan suatu struktur perkerasan yang biasanya terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan lapis beton semen dengan atau tanpa tulangan (Saragih, 2018).

UU No. 38 Tahun 2004, tentang Jalan, menyebutkan klasifikasi jalan umum berdasarkan sistem, fungsi, status, dan kelas (Junoasmono, 2019). Pada lokasi studi ini termaksud klasifikasi sistem jaringan jalan primer.

Persyaratan pekerjaan bahu jalan pada sistem jaringan jalan primer menurut Permen PU Nomor 5

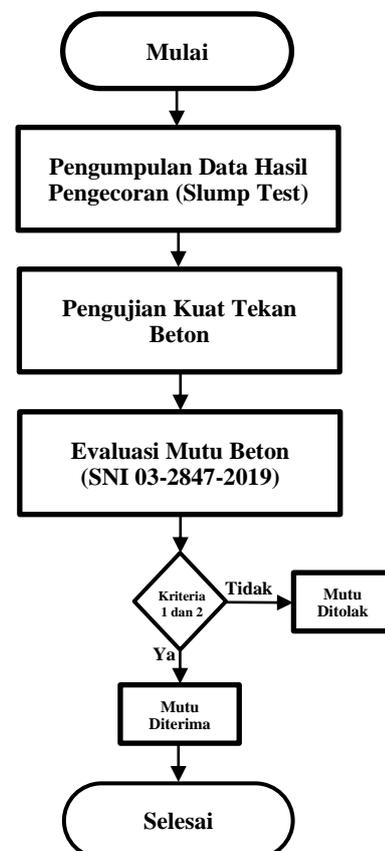
tahun 2023 minimal lebar bahu jalan adalah 1 meter dengan tingkat kemiringan 4% – 6%.

Menurut SNI 2847-2019 pada pasal 26.12.3.1 tentang Syarat Penerimaan Kuat Tekan Beton, pelaksanaan beton dapat diterima mutunya jika hasil kuat tekan beton memenuhi syarat, yaitu :

1. Rata-rata 3 spesimen kuat tekan sama dengan atau lebih dari kuat tekan yang disyaratkan ( $f_c'$ ) sebagai kriteria 1.
2. Tidak ada spesimen dengan kuat tekan lebih rendah dari nilai ( $f_c' - 3,5$ ) MPa sebagai kriteria 2.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut yaitu pertama pengumpulan data pengecoran berupa hasil slump test. Kedua mengumpulkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder dimensi 15 x 30 cm. Ketiga melakukan evaluasi mutu perkerasan beton semen berdasarkan SNI 2847-2019, dimana pada proyek direncanakan sebesar  $f_c' = 20$  MPa. Dan terakhir menyimpulkan mutu beton yang dicapai, dapat diterima apabila kriteria 1 dan 2 terpenuhi. Sebaliknya ditolak bila kriteria 1 dan 2 tidak terpenuhi. Dimana kriteria 1 adalah  $f_c' = 20$  MPa dan kriteria 2 adalah 16,5 MPa. Gambaran umum tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini, Gambar 2.

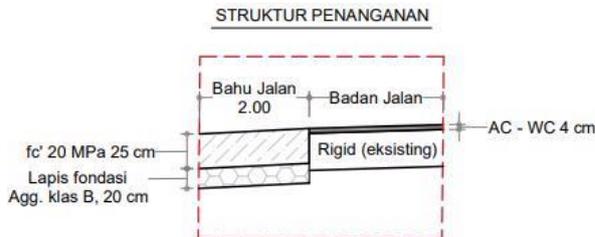


Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Tahapan-tahapan Pekerjaan di Lapangan

Tahapan-tahapan pekerjaan di lapangan meliputi pekerjaan tanah dan geosintetik, perkerasan berbutir, proses pengecoran dan pengujian mutu beton pada pekerjaan proyek bahu jalan. Adapun layout pekerjaan bahu jalan, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Layout Struktur Penanganan

##### 4.1 Pekerjaan Tanah dan Geosintetik

###### (1) Galian Biasa

Pada pekerjaan bahu jalan, dilakukan penggalian tanah biasa dengan kedalaman 45 cm dengan lebar pengerjaan bahu jalan 2 m sesuai gambar 3 di atas. Tahapan-tahapan pekerjaan galian dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Penggalian tanah dilakukan dengan menggunakan alat berat *excavator*, sehingga pekerjaan tanah lebih mudah dan cepat. Pekerjaan galian dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Pelaksanaan Galian Tanah

- Hasil dari galian dimasukkan ke atas *dump truck*, angkut dan buang hasil galian tersebut keluar area/lokasi kerja.
- Ratakan buangan hasil galian/tanah dengan *excavator*.
- Lakukan penggalian dan pembuangan secara berulang, sampai batas galian dan elevasi yang sudah ditentukan yaitu sedalam 45 cm.
- Kemudian dicek apakah hasil akhir galian sudah sesuai dengan yang direncanakan.

###### (2) Timbunan Biasa dari Sumber Galian

Timbunan biasa diklasifikasikan sebagai timbunan yang terdiri dari bahan galian tanah. Bahan timbunan biasa ini tidak termasuk ke dalam tanah dengan indeks tanah dengan plastisitas tinggi. Tanah timbunan biasa juga tidak boleh mengandung bahan organik. Berikut adalah pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

- Pekerjaan timbunan ini dilakukan pada lokasi dengan tanah yang rendah dan tanah yang mengandung lumpur atau tanah yang tidak dapat dipadatkan, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tanah Mengandung Lumpur

- Sebelum dilakukan penghamparan timbunan pada lokasi yang ditetapkan, semua bahan yang tidak diperlukan seperti tanah yang mengandung lumpur harus dibuang.
- Kemudian dilakukan penghamparan tanah dengan timbunan biasa yang bersumber dari galian tanah.
- Setelah penempatan dan penghamparan timbunan, selanjutnya dipadatkan dengan *vibratory roller*.
- Timbunan harus dipadatkan mulai dari tepi luar dan bergerak menuju ke arah sumbu jalan sedemikian rupa sehingga setiap ruas akan menerima jumlah usaha pemadatan yang sama.

##### 4.2 Perkerasan Berbutir

Pekerjaan perkerasan berbutir ini menggunakan material agregat kelas B sebagai lapisan pondasi bawah. Berikut adalah pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

- Penghamparan agregat dilakukan setelah disiapkan tanah dasar baru dan diselesaikan sepenuhnya.
- Agregat kelas B di angkat dari tempat pencampuran menggunakan *dump truck*, kemudian ditempatkan pada lokasi di atas lapisan tanah dasar yang sudah disiapkan.
- Penghamparan dilakukan dengan batas kelembaban yang optimum.
- Setiap lapis harus dihamper dengan takaran yang merata agar menghasilkan tebal padat yang diperlukan dalam toleransi yang disyaratkan. Agregat dihamper dengan dua lapisan, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penghamparan Agregat

- e. Kemudian setiap lapisan dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat *vibratory roller* sampai dengan ketebalan 20 cm.
- f. Operasi pemadatan harus dimulai dari sepanjang tepi dan bergerak sedikit demi sedikit ke arah sumbu bahu jalan, dalam arah memanjang. Operasi pemadatan dilakukan sebanyak 2 – 4 kali, dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Hasil Pemadatan Agregat

- g. Setelah pemadatan dilakukan, selanjutnya lapisan pondasi bawah akan dilakukan pengujian *sand cone* untuk memeriksa kepadatan lapisan agregat pada perkerasan berbutir, dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Pengujian *Sand Cone*

#### 4.3 Pemasangan Bekisting

Acuan (bekisting) adalah suatu sarana pembantu struktur beton untuk pencetak beton sesuai dengan ukuran, bentuk, rupa ataupun posisi yang direncanakan berfungsi sebagai pembentuk beton yang diinginkan atau bagian yang kontak langsung dengan beton. Bekisting yang digunakan terbuat dari triplek ukuran 3 mm dan rangka yang kokoh terbuat dari kayu sebagai rangka bekisting, dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Pemasangan Bekisting

##### (1) Pemasangan Plastic Sheet

*Plastic sheet* atau plastik cor fungsinya yaitu menahan agar air semen tidak keluar karena merembes kedalam tanah.

Plastik cor memiliki ketebalan yang cukup, sekitar 0.05 – 0.1mm agar tidak mudah robek bila terinjak-injak. Bahan dasar Plastik untuk cor sendiri biasanya Jenis PE. Dengan Jenis dan Ketebalan 0.04 – 0.15 mm dan Panjang Dimensi 1 m dan 1,5 m, dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Pemasangan Plastik Cor

#### 4.4 Pekerjaan Struktur

##### (1) Pengujian Slump Test

Pada proyek bahu jalan, nilai *slump test* yang direncanakan adalah 8 sampai 12 cm. Berdasarkan pengamatan di lapangan diperoleh nilai *slump* rata-rata 8 cm dan telah memenuhi persyaratan. Pekerjaan slump test dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Slump Test

##### (2) Pembuatan Sampel Benda Uji

Setelah dilakukannya pengujian *slump test* maka dilakukanlah pembuatan sampel benda uji dari sisa beton yang masih ada di gerobak semen. Pembuatan sampel benda uji menggunakan cetakan beton silinder sebanyak 3 buah dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, tongkat baja, palu karet dan sendok semen, dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12.** Pembuatan Sampel Benda Uji

##### (3) Pelaksanaan Pengecoran

Pengecoran merupakan pekerjaan penuangan beton segar ke dalam cetakan suatu elemen struktur

yang telah dipasang bekisting. Material yang dipakai untuk pengecoran yaitu semen, air, agregat kasar dan agregat halus, material tersebut dipakai untuk membuat beton. Proses pengerjaan pengecoran menggunakan mutu beton  $f_c' 20$  Mpa.

Sebelum dilaksanakannya pengecoran akan dilakukan *opname* atau pengukuran pada bahu jalan untuk memastikan ukuran tebal dan lebar yang akan dicor, dapat dilihat pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Pengukuran Tebal Pada Bahu Jalan

Tahapan pengecoran bahu jalan adalah sebagai berikut :

- Pengecoran bahu jalan ini dilakukan dengan menggunakan *truck mixer*. Beton dari *truck mixer* dituang kedalam penampang yang akan dicor. Ketebalan perkerasan beton semen pada bahu jalan ini adalah 25 cm.
- Penuangan beton harus langsung ke tempat yang jadi posisi akhirnya. Dimulai dari pojok bekisting, dapat dilihat pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Penuangan Beton

- Adukan kemudian diratakan menggunakan penggaruk setelah itu adukan diratakan dengan kayu perata.
- Pemadatan beton dilakukan dengan cara digetarkan menggunakan concrete vibrator, untuk mengeluarkan udara yang terperangkap dalam beton, sehingga beton memadat memenuhi bekisting.



**Gambar 15.** Perataan Permukaan Beton

- Jika proses pemadatan beton telah selesai dilakukan, pekerjaan dilanjutkan dengan meratakan permukaan beton. Proses perataan permukaan beton bisa dilakukan dengan menggunakan cetok dan juga papan perata, dapat dilihat pada Gambar 15.
- Kemudian dilakukan *grooving* permukaan beton atau *texturing*. Dilakukann secara manual dengan menggunakan *grooving tolls* pada arah melintang dengan jarak 1,5 cm dan kedalaman alur sampai 4 mm.

#### (4) Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran bekisting harus dilakukan pada waktu yang tepat untuk memperoleh hasil beton yang berkualitas baik serta agar tidak merusak beton tersebut. Hal ini tidak terlepas dari fungsi bekisting tersebut, selain sebagai cetakan, berguna juga sebagai penunjang sampai beton benar-benar mengeras. Untuk pekerjaan pengecoran bahu jalan, pembongkaran bekisting dilaksanakan dalam waktu 12 jam setelah pengecoran.

#### 4.5 Pengujian Mutu Beton

Proses pengujian mutu beton dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur. Proses pengujian dapat dilihat pada Gambar 16.



**Gambar 16.** Pengujian Mutu Beton

Data hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 1.

#### B. Analisa Kekuatan Beton

Berdasarkan evaluasi dari Tabel 1, diperoleh bahwa mutu beton pada proyek pekerjaan bahu jalan akses Tol telah memenuhi kedua kriteria atau mutu beton dapat diterima. Sehingga hasil pekerjaan beton dapat dibayar 100% berdasarkan kualitasnya.

Menurut Spesifikasi Bina Marga (2018), apabila mutu pekerjaan beton tidak diterima maka dilakukan pengurangan pembayaran sebesar 1,5% dari harga satuan untuk setiap pengurangan kekuatan sebesar 1% dari kekuatan rencana. Sebagai gambaran pengurangan pembayaran dapat dilihat contoh pekerjaan mutu beton yang kurang dari rencana di bawah ini.

Kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f'_{c_r}$ ) = 20 MPa sedangkan hasil pekerjaan lapangan kuat tekan ( $f'_{c_h}$ ) = 19 MPa, maka :

$$P = HS \left[ 100\% - 1,5\% \cdot \left( 1 - \frac{f'_{c_h}}{f'_{c_r}} \right) 100 \right]$$

$$P = HS \left[ 100\% - 1,5\% \cdot \left( 1 - \frac{19}{20} \right) 100 \right]$$

$$P = HS [100\% - 1,5\% \cdot (5)]$$

$$P = HS [92,5\%]$$

Dimana :

P = Pembayaran (%)  
HS = Harga Satuan (Rp)

$f'_{c_r}$  = Kuat Tekan yang disyaratkan (MPa)  
 $f'_{c_h}$  = Hasil Kuat Tekan Pekerjaan di Lapangan (MPa)

Jadi untuk penurunan kuat tekan sebesar 1 MPa dari mutu yang disyaratkan maka pembayaran pekerjaan yang diterima hanya sebesar 92,5% dari harga satuan pekerjaan beton semen dikalikan dengan volume beton semen.

**Tabel 1.** Data Evaluasi Kekuatan Beton

No	Umur (Hari)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Koreksi Umur	Kuat Tekan (MPa)		Pasal 26.12.3.1 (b)	
					Umur 28 Hari	Rata-rata 3 Spisimen	Syarat (1) $\geq 20$ MPa	Syarat (2) $\geq 16,5$ MPa
1	19	450	25,455	0,923	27,578			OK
2	19	420	23,758	0,923	25,739			OK
3	18	340	19,232	0,914	21,042	24,786	OK	OK
4	18	440	24,889	0,914	27,231	24,671	OK	OK
5	17	450	25,455	0,906	28,095	25,456	OK	OK
6	17	300	16,970	0,906	18,730	24,685	OK	OK
7	15	460	26,020	0,889	29,269	25,365	OK	OK
8	15	450	25,455	0,889	28,633	25,544	OK	OK
10	20	460	26,020	0,931	27,949	28,617	OK	OK
11	20	380	21,495	0,931	23,088	26,556	OK	OK
12	18	360	20,364	0,914	22,280	24,439	OK	OK
13	18	360	20,364	0,914	22,280	22,549	OK	OK
14	16	380	21,495	0,897	23,963	22,841	OK	OK
15	16	350	19,798	0,897	22,071	22,771	OK	OK
16	12	350	19,798	0,814	24,322	23,452	OK	OK
17	12	350	19,798	0,814	24,322	23,572	OK	OK
18	22	556	31,450	0,956	32,898	27,181	OK	OK
19	22	516	29,188	0,956	30,531	29,250	OK	OK
21	21	556	31,450	0,951	33,071	32,167	OK	OK
22	21	614	34,731	0,951	36,521	33,374	OK	OK

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan beton bahu jalan telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2 meliputi :

1. Telah memenuhi tahapan pelaksanaan pekerjaan pada proyek pekerjaan bahu jalan.
2. Telah memenuhi kriteria mutu beton menurut SNI 2847-2019.
3. Telah memenuhi persyaratan pembayaran sebesar 100% dari harga satuan atau tidak dilakukan pengurangan.
4. Persyaratan pembayaran pekerjaan menurut Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 berdasarkan mutu pekerjaan beton telah diatur dengan ketat . Hal ini bertujuan untuk mengatur proses pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton dengan baik.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A., & Harmiyati, H. (2015). Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Berdasarkan Beberapa Metode Persyaratan Penerimaan Beton di Indonesia. *Jurnal Saintis*, 15(2), 65-87.

<https://journal.uir.ac.id/index.php/saintis/article/view/3179>.

Alamsyah. (2003). *Rekayasa Jalan Raya*. Malang: UMM Press. Retrieved from <https://eprints.umm.ac.id/35390/3/jiptumpp-gdl-arifbudise-49458-3-babii.pdf>.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan* (p. 653). Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional, (2015). *SNI 6388-2015 tentang Spesifikasi agregat untuk lapis fondasi, lapis fondasi bawah, dan bahu jalan*.

Buanamix. (2022). *Campuran Beton FC 20 MPa*. Retrieved Juli 2023, from <https://buanamix.com/campuran-beton-fc-20-mpa/>

Dani. (2021). *Metode Pelaksanaan Pondasi Agregat Kelas A, Kelas B dan Kelas S*. Retrieved Juli 2023, from <https://www.kelasilmuprojek.co.id/metode-pelaksanaan-pondasi-agregat-kelas-a-kelas-b-dan-kelas-s/>

- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum, (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah, edisi 2.
- Junoasmono, T., Umboh, B. S. C., Gultom, H. S. A., & Sutandi, A. C. (2019). Kajian Pengembangan Jaringan Jalan Nasional Provinsi Sulawesi Utara dan Gorontalo. In Prosiding Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (pp. 255-255). <https://ojs.fstpt.info/index.php/ProsFSTPT/article/view/573>.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). Spesifikasi Umum 208. In Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (pp. 3-1). Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2023). Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan Nomor 5. Jakarta.
- Kristanto Usman, R. W. (2011). Pengendalian Mutu Beton Ready Mix Pada Batching Plant Dengan Menggunakan Statistical Quality Control. *Jurnal Rekayasa*, Vol. 15 Nomor 3, 208.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Jakarta
- Saragih, J. S. (2018). Peningkatan Jalan Menggunakan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan Sm. Raja, Kota Medan (Doctoral dissertation).
- Setiawan, A. B. (2017). Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigis Pavement) Dengan Menggunakan Metode AASHTO 1993 Dan Metode Bina Marga Pada Bahu Jalan Tol Gempol A-Pasuruan Seksi A1 (STA 0+000 A - STA 6+800). Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Yatnikasari, S., Awalludin, M. H., Agustina, F., Liana, U. W. M., & Vebrian. (2023). Analisis Preservasi Jalan pada Ruas Jalan Barong Tongkok-Sendawar (Mentiwan) Kabupaten Kutai Barat Kalimantan Timur. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 685-692. <https://doi.org/10.24912/jmts.v6i3.23370>.