



## Perencanaan Mix Desain Cemen Treated Recycling Base (CTRB) Untuk Lapis Pondasi Atas Dengan Menggunakan Material Recycle Hasil Garukan Dari Aspal Hot Mix

Putu Budiarnaya<sup>a,\*</sup>, Putu Ariawan<sup>b</sup> I Gede Swasdita<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universitas Pendidikan Nasional, Denpasar

<sup>b</sup>Universitas Pendidikan Nasional, Denpasar

<sup>c</sup>Universitas Pendidikan Nasional, Denpasar

Putu Budiarnaya, email address: [budiarnaya@undiknas.ac.id](mailto:budiarnaya@undiknas.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 17-09-2022

Accepted 28-10-2022

Online 25-11-2022

#### Keywords:

*Cemen Treated Recycling Based;*

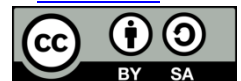
*Unlimited Compressive Strength;*

*Reclaimed Asphalt Pavement.*

### ABSTRACT

Upaya untuk memperbaiki kerusakan jalan adalah untuk mengembangkan basis Cemen Treated Recycling Base (CTRB), sebagai lapisan dasar. Teknologi daur ulang dapat menghemat penggunaan agregat 45% hingga 60% dalam aspal baru. Ini juga meningkatkan nilai ekonomi bahan abrasif, menghemat energi saat mengangkut material, mempertahankan bentuk jalan dan ketinggian jalan raya, dan melestarikan sumber daya alam. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimana dilakukan eksperimen laboratorium untuk mendapatkan data yang diperlukan. Kadar semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4% dan 5% serta 6% untuk nilai UCS (Unlimited Compressive Strength), dan material yang digunakan adalah 40% agregat RAP (Reclaimed Asphalt Aggregate) 60% Grade A ethm agregat. Kandungan semen yang memenuhi syarat Unlimited Compressive Strength (UCS) untuk Cemen Treated Recycling Base (CTRB) adalah 5% dengan kuat tekan rata-rata 29,48 atau 2,948 MPa.

*This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



## 1. PENDAHULUAN

Luas wilayah Karangasem adalah 839,54 km<sup>2</sup>. daerah. Karangasem tersapu oleh Laut Bali di utara, Samudera Indonesia di selatan dan Kab di barat berbatasan dengan Selat Lombok. daerah. Karangasem merupakan salah satu pusat tujuan wisata Bali. Hal ini berdampak pada peningkatan perekonomian daerah. dengan pertumbuhan ekonomi daerah. Karangasem juga melihat permintaan masyarakat yang meningkat akan kendaraan. Jalan yang baik dan stabil mempengaruhi kualitas berkendara.

Jika peningkatan volume lalu lintas yang tinggi karena pertumbuhan ekonomi tidak diimbangi dengan peningkatan kualitatif struktur dan infrastruktur jalan yang ada, masalah serius akan muncul. Oleh karena itu, pemeliharaan jalan yang berkesinambungan diperlukan untuk menambah sarana prasarana jalan, merencanakan perkerasan dengan baik. Akibatnya, kualitas dan kuantitas jalan dan di luar infrastruktur kota harus ditingkatkan karena masalah transportasi yang signifikan. Mematuhi persyaratan teknis dan beradaptasi dengan kondisi yang ada dan lingkungan. Salah satu jenis pelapisan yang biasa digunakan adalah pelapis fleksibel. Hampir 80% dari semua panjang jalan di Indonesia adalah cakupan yang fleksibel[1].

Mempertahankan kinerja permukaan jalan memerlukan beberapa tindakan korektif, baik itu pemeliharaan tahunan atau pemeliharaan rutin yang umumnya dilakukan setiap dua atau tiga tahun. Pemeliharaan umum bertujuan untuk mempertahankan kinerja dalam jangkauan layanan hingga akhir umur desain. Pada akhir umur rencana, ketika keadaan lapisan mencapai keadaan kritis, maka diperlukan beberapa jenis perlakuan berupa perbaikan atau perbaikan, dalam hal ini berupa lapisan perkuatan atau rekonstruksi [2], [3]

Berkurangnya pasokan material hasil tangkapan liar yang dibutuhkan untuk perbaikan konstruksi jalan, sedangkan kebutuhan material paving meningkat seiring dengan skala pembangunan infrastruktur jalan. Untuk menggantikan teknologi pengemasan yang dikenal saat ini, teknologi baru atau bahan alternatif harus ditemukan. Mendaur ulang atau mempertimbangkan cara mendaur ulang bahan tersebut adalah suatu pemecahan masalah. Agregat 45% agregat dan penggunaan aspal baru sebesar 60% dapat dihemat dari total pemakaian dengan menggunakan teknologi daur ulang. Teknologi daur ulang trotoar jalan adalah metode untuk memperbaiki jalan yang menggunakan kembali bahan perkerasan yang ada sebagai bahan perbaikan bahan dengan menambahkan bahan sebagai semen dan aspal. Dengan menggunakan teknologi ini, material paving bekas didaur ulang sebagai material/agregat daur ulang untuk digunakan kembali dalam perbaikan maupun pengembangan dan pembangunan jalan.

Dalam penelitian ini, sistem daur ulang Cement-Trated Recycling Base (CTRB) digunakan sebagai lapisan pondasi[4]. Ini merupakan suatu inovasi stabilisasi trotoar jalan menggunakan sistem daur ulang oleh Istana Semen. Bahan yang digunakan dengan semen umumnya digunakan sebagai bahan yang sudah ada di trotoar lama dan berfungsi sebagai lapisan dasar. Teknologi yang mendaur ulang aspal bekas di jalan rusak membuat perkerasan lebih dekat dengan beton tetapi lebih fleksibel. Jumlah semen yang ditambahkan sangat memengaruhi kuat tekan yang dicapai oleh sampel yang distabilisasi semen, selain jumlah semen, model dan densitas campuran juga sangat berpengaruh[5].

Hal ini tentu akan meningkatkan nilai ekonomi bahan abrasif, menghemat energi saat mengangkut material, memelihara penandaan geometris dan jalan, dan melestarikan sumber daya alam. Alasan penggunaan teknologi pengikis aspal daur ulang adalah untuk menghilangkan atau mengurangi penanganan material dari segi biaya, penggunaan kembali material yang dicuci, menghemat tenaga kerja dengan memperpendek lead time, dan menghemat energi dengan menghilangkan kebutuhan untuk memanaskan material. Penelitian perbaikan perkerasan jalan menggunakan metode Cemen Treated Recycling Base (CTRB) pada lapis pondasi atas bahwa Kabupaten Karangasem memiliki beberapa ruas jalan yang mengalami kerusakan maka dari itu perlu dilakukan perbaikan perkerasan jalan. Ruas jalan yang ada di kabupaten karangasem sangat rentan terjadinya kerusakan jalan yang diakibatkan dari kendaraan yang bermuatan besar yang melintasi jalur galian C, sehingga beberapa ruas jalan menuju jalur galian C yang berada di Kabupaten Karangasem perlu dilakukan peningkatan mutu struktur perkerasan jalan dengan menggunakan metode daur ulang Cemen Treated Recycling Base (CTRB). Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Bagaimana job mix desain Cemen Treated Recycling Base (CTRB) dengan menggunakan bahan recycle untuk lapis pondasi atas; Berapakah nilai kuat tekan job mix desain Cemen Treated Recycling Base (CTRB). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan mutu struktur perkerasan jalan yang diberikan lebih kuat dan umur rencana lebih lama dalam mengatasi masalah struktur yang terjadi pada beberapa ruas jalan yang ada di Kabupaten Karangasem. Selain itu hal ini bertujuan untuk mengetahui campuran job mix desain Cemen Treated Recycling Base (CTRB) serta untuk mengetahui besarnya kuat tekan pada benda uji job mix desain Cemen Treated Recycling Base (CTRB) merupakan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan.

## **2. KAJIAN PUSTAKA**

### **Pengertian Kontruksi Perkerasan Jalan**

Perkerasan lentur adalah Struktur trotoar yang terdiri dari lapisan trotoar yang menutupi basis bumi. Aspal dapat digunakan sebagai pengikat. Kekuatan struktur trotoar ini ditentukan oleh kemampuannya untuk menghilangkan ketegangan di setiap lapisan, yang ditentukan oleh lapisan tebal dan daya zat yang diharapkan. Perkerasan komposit (Composite pavement) adalah perkerasan beton dengan lapisan permukaan beton aspal, dimana lapisan aspal beton dianggap sebagai bagian yang menahan beban.

### **Lapisan Pondasi**

Lapisan pondasi yakni suatu bagian dari permukaan jalan raya yang dimana lapisan ini terletak diantara permukaan jalan[6]. Salah satu fungsi utama dari perkerasan lentur adalah untuk mencegah beban kendaraan mempengaruhi permukaan jalan. Tegangan berlebih yang dapat menyebabkan deformasi berlebihan. Fungsi utama lapisan pondasi pada perkerasan kaku adalah untuk mencegah pemompaan. Mengingat efisiensi bahan, lapisan pondasi terdiri dari dua bagian: lapisan pondasi atas dan lapisan pondasi bawah. Untuk perkerasan beraspal, istilah "tanah lapisan atas" dan "tanah" kadang-kadang digunakan secara bergantian. Karena letaknya tepat di bawah lapisan permukaan dan menerima banyak beban dari muatan mobil patroli, lapisan atas dan bawah pondasi mungkin lebih rendah kualitas lapisannya.

### **Metode Daur Ulang (recycling)**

Perlakuan daur ulang perkerasan merupakan alternatif dengan beberapa keunggulan, seperti kemampuan mengembalikan kekuatan perkerasan, kemampuan mengembalikan kekuatan dalam bentuk manfaat seperti mempertahankan ketinggian dan bentuk jalan, dan mengatasi ketergantungan pada material bar.

### **Cement Treated Recycling Base (CTRB)**

Salah satu inovasi teknologi perkerasan jalan adalah pencampuran aspal dengan

menggunakan bahan daur ulang yang menghilangkan residu perkerasan lama dalam kombinasi dengan bahan baru dari sudut pandang ekonomi dan lingkungan. Cemen Treated Recycling Base (CTRB) Teknologi stabilisasi alas jalan yang mensirkulasikan kembali campuran dingin di permukaan jalan[7]. Material yang didaur ulang dengan menggunakan hasil gores aspal biasanya digunakan dari material yang sudah ada. Pengambilan sampel *Reclaimed Aspal Pavement* (RAP) ini adalah ruas jalan Ida Kt Djelantik Kecamatan Abang Kabupaten Karangasem. jalan Ida Kt Djelantik Kecamatan Abang merupakan akses yang digunakan masyarakat untuk melakukan berbagai aktivitas.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan cara melakukan percobaan laboratorium untuk memperoleh data yang diinginkan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui nilai kuat tekan bebas *Unconfined Compressive Strength* (UCS) dari campuran Cemen Treated Recycling Base (CTRB). Pelaksanaan pembuatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan di laboratorium material Teknik Sipil Universitas Pendidikan Nasional (Undiknas Denpasar), pengujian material dilakukan di laboratorium material Teknik Sipil Universitas Udayana, dan pengujian kuat tekan bebas *Unconfined Compressive Strength Test* (UCS) dilakukan di laboratorium material Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.



Gambar 1. Lokasi pengambilan material recycle perkerasan Aspal Pavement (RAP)

Adapun benda uji yang akan dibuat dalam penelitian yang Mengacu pada pedoman konstruksi dan bangunan Departemen Pekerjaan Umum Pd T-08-2005- B Pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*) menggunakan silinder dengan diameter 7 cm dan tinggi 14 cm sebanyak 3 campuran dengan 3 variasi kadar air dan variasi semen yang telah direncanakan. Gambar 2 menggambarkan desain penelitian[6], [8]–[10].



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kebutuhan Benda Uji

Pengujian benda uji Cement Treated Recycling Base (CTRB) meliputi pengujian kuat tekan bebas/Unconfined Compressive Strength (UCS). Untuk pembuatan benda uji kuat tekan bebas menggunakan 60% Reclaimed Aspal Pavement (RAP) dan 40% agregat baru yaitu sirtu kelas A, dikarenakan menggunakan 100% Reclaimed Aspal Pavement (RAP) tanpa menggunakan agregat baru untuk spesifikasi ayakan yang sudah disyaratkan tidak sesuai SNI sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kebutuhan Benda Uji

---

Kebutuhan
-----------

---

Jenis Pengujian	Kadar semen(%)	Berat Total Agregat (Gram)	RAP (%)	Sirtu Kelas A (%)	Air (Liter)
	5%	1.500	60%	40%	500
	6%	1.500	60%	40%	580

Dari hasil penelitian diatas didapatkan hasil sebesar 60% Reclaimed Aspal Pavement (RAP) dari berat total agregat, penambahan agregat baru yaitu sirtu kelas A sebesar 40% dari berat total agregat, kadar semen yang digunakan 4%, 5%,6% dari berat total agregat dan penambahan air sesuai hasil pemadatan di lapangan menggunakan gelas ukur yang berkapasitas 1000ml.

#### 4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas/Unconfined Compressive Strength (UCS)

Kuat tekan bebas digunakan untuk mengevaluasi perkerasan aspal reklamasi (RAP) yang dicampur dengan batu pasir Grade A dan semen. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan benda uji dalam menahan beban yang diberikan dalam arah vertikal. Pada penelitian ini digunakan uji kuat tekan bebas menggunakan mesin tekan. Diameter uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 7 cm dan tinggi benda uji 14 cm Mengacu pada pedoman Pd T082005B untuk pencampuran lapisan dasar dengan mencampur perkerasan tua daur ulang dengan semen.

Penelitian ini menggunakan agregat utama Reclaimed Aspal Pavement (RAP) sebesar 60% dan agregat tambahan berupa sirtu kelas A sebesar 40%. Dari hasil penelitian analisa saringan agregat Reclaimed Aspal Pavement (RAP) dan agregat sirtu kelas A harus memenuhi syarat agregat yang lolos saringan 1 ½ (37,5 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,075 mm) sesuai pedoman Pd T-08-2005-B. Pengujian memberikan jumlah beban vertikal yang dapat ditahan oleh benda uji. Jumlah beban yang dapat ditahan benda uji dinyatakan dalam kg/cm<sup>2</sup> atau MPa. Berikut ini adalah perhitungan kuat tekan bebas benda uji yang dirawat selama 7 hari setelah perlakuan dengan kadar semen 4% dan 5n 6%.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kuat Tekan pada Umur Perawatan 7 Hari dengan Kadar Semen 4%

No	Kode Benda Uji	Kadar Semen	Beban (Kg)	Compression Machine	
				Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
1	4a	4%	1024	26.62	2.662
2	4b	4%	1027	26.70	2.670
3	4c	4%	1027	26.70	2.670
Rata - Rata				26.67	2.667

Tabel 2 menunjukan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata – rata kuat tekan yaitu 26,67 Kg/cm<sup>2</sup> atau 2,667 Mpa. Nilai kuat tekan bebas dengan kadar semen 4% memenuhi persyaratan.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kuat Tekan pada Umur Perawatan 7 Hari dengan Kadar Semen 5%

No	Kode Benda Uji	Kadar Semen	Beban (Kg)	Compression Machine	
				Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
1	5a	5%	1.131	29.40	2.940

2	5b	5%	1.135	29.51	2.951
3	5c	5%	1.136	29.53	2.953
Rata - Rata				29.48	2.948

Tabel 3 menunjukkan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata – rata kuat tekan yaitu 29,48 Kg/cm<sup>2</sup> atau 2,948 Mpa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan bebas dengan kadar semen 5% memenuhi persyaratan.

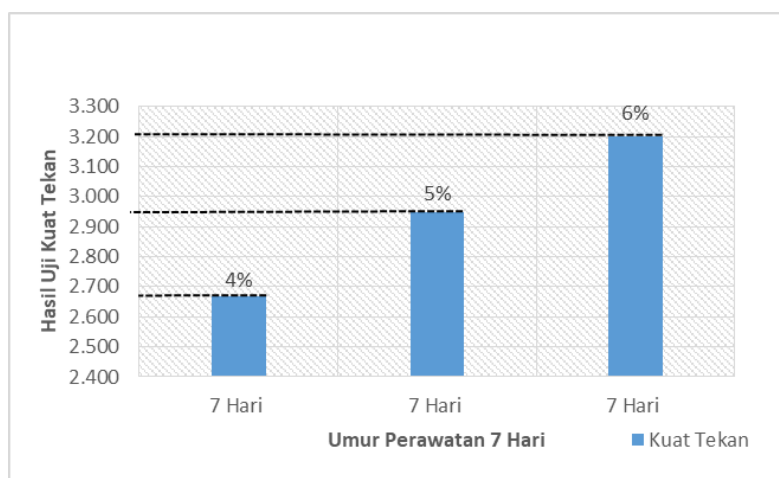
Tabel 4. Hasil Perhitungan Kuat Tekan pada Umur Perawatan 7 Hari dengan Kadar Semen 6%

No	Kode Benda Uji	Kadar Semen	Beban (Kg)	Compression Machine	
				Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
1	6a	6%	1.233	32.06	3.206
2	6b	6%	1.227	31.90	3.190
3	6c	6%	1.231	32.00	3.200
Rata - Rata				31.99	3.199

Tabel 4 menunjukkan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata – rata kuat tekan yaitu 31,99 Kg/cm<sup>2</sup> atau 3,199 Mpa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan bebas dengan kadar semen 6% memenuhi persyaratan.

#### 4.3. Pengaruh Kadar Semen terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas/Unconfined Compressive Strength (UCS)

Fungsi utama semen dalam campuran *Cement Treated Recycling Base (CTRB)* adalah untuk meningkatkan kekuatan (*Strength*). Kuat tekan yang dihasilkan oleh suatu bahan yang distabilisasi dengan semen adalah sebagian besar ditentukan oleh jumlah semen yang ditambahkan, tipe bahan dan densitas bahan yang dicampur. (Wirtgen, 2004). Dari penelitian yang dilakukan hasil yang di dapat untuk kadar semen 4%, 5%, dan 6% sudah memenuhi persyaratan sehingga bisa di terapkan pada pembangunan pondasi jalan raya menggunakan metode *Cement Treated Recycling Base (CTRB)*. Di dalam penelitian ini bahan utama yang digunakan adalah agregat *Reclaimed Aspal Pavement (RAP)* dan ditambahkan material sirtu kelas A. Pada pengaruh kuat tekan terhadap nilai kuat tekan bebas pada umur perawatan 7 hari dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Umur Perawatan 7 Hari dengan Uji Kuat Tekan

Dari hasil uji kuat tekan benda uji *Cement Treated Recycling Base* (CTRB) dengan umur perawatan selama 7 hari. Pada umur perawatan 7 hari dengan kadar semen 4% nilai kuat tekan bebas sebesar 2,667 Mpa, kadar semen 5% nilai kuat tekan bebas sebesar 2,948 Mpa, dan kadar semen 6% nilai kuat tekan bebas sebesar 3,199 Mpa. Presentase kenaikan yang dialami dari kadar semen 4% ke 5% mengalami kenaikan sebesar 10,5% dan kadar semen 5% ke 6% mengalami kenaikan sebesar 8,5% dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar semen sangat berpengaruh dalam menghasilkan kuat tekan yang maksimal.

Sesuai dengan syarat ketentuan campuran *Cement Treated Recycling Base* (CTRB) pada umur perawatan 7 hari untuk benda uji silinder dengan diameter 7 cm dan tinggi 14 cm adalah memiliki rentang 1,50 Mpa – 3,00 Mpa atau 15 kg/cm<sup>2</sup> - 30 kg/cm<sup>2</sup> 3. maka dari penelitian ini nilai kuat tekan pada kadar semen 4%, 5%, dan 6% sudah memenuhi persyaratan untuk campuran *Cement Treated Recycling Base* (CTRB). Pada kadar semen 4% sudah memenuhi persyaratan namun hasil yang didapat adalah masuk dalam kategori nilai rata – rata minimum dari hasil penelitian ini, yaitu 26,67 Kg/cm<sup>2</sup> atau 2,667 Mpa. Jadi pada penelitian ini hasil yang digunakan adalah pada kadar semen 5% yang mampu memberikan kuat tekan yang sesuai dengan SNI yang disyaratkan yaitu dengan nilai rata – rata 29,48 Kg/cm<sup>2</sup> atau 2,948 Mpa. Dan pada kadar semen 6% tidak masuk kriteria karena nilai rata – rata yang dihasilkan melebihi nilai standar maksimum SNI yaitu 31,99 Kg/cm<sup>2</sup> atau 3,199 Mpa.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembuatan *Job Mix Desain Cement Treated Recycling Base (CTRB)* didapatkan presentase yang akan digunakan di lapangan dengan menggunakan material utama yaitu *Reclaimed Aspal Pavement (RAP)* sebesar 60% dari berat total agregat, agregat sirtu kelas A sebesar 40% dari berat total agregat, kebutuhan semen sebesar 5% dari berat total agregat, dan kebutuhan air sebesar 33,33% dari berat total agregat. Pada penelitian ini menggunakan kuat tekan rata – rata sebesar 29,48 Kg/cm<sup>2</sup> atau 2,948 Mpa.

Nilai kuat tekan rata – rata yang digunakan dalam pembuatan *Job Mix Desain Cement Treated Recycling Base (CTRB)* adalah 29,48 Kg/cm<sup>2</sup> atau 2,948 Mpa dimana hasil tersebut sudah memenuhi kriteria yang di syaratkan pada pedoman Pd T-08-2005-B Tahun 2005. (karena kita membuat ini berdasarkan dari berat total agregat). Nilai kuat tekan bebas (KTB) campuran dengan proporsi 60% material *Reclaimed Aspal Pavement (RAP)* dan 40% material sirtu kelas A untuk umur 7 hari sudah mencapai nilai KTB yang disyaratkan pada pedoman teknis.

Hasil yang didapatkan pada kadar semen 4%, 5%, dengan proporsi 60% material *Reclaimed Aspal Pavement (RAP)* dan 40% material sirtu kelas A sudah memenuhi persyaratan pedoman teknis Pd.T-08-2005-B, pada kadar semen 6% tidak memenuhi persyaratan pada pedoman teknis Pd.T-08-2005-B tentang perencanaan campuran lapis pondasi hasil daur ulang perkerasan lama sehingga tidak dilakukan penelitian lebih lanjut pada kadar semen 7%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Salwa Ade Putri *et al.*, “Analisis Penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)* Terhadap Kuat Tekan Beton,” *Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan Politeknik Sukabumi*, pp. 380–385, 2022.
- [2] Nasib A. Sera, “Material Replacement Analysis Class A And B Aggregates Become A CTRB Of Road Improvement Package Muara Teweh-Benangin Using The Aastho’93 Method,” *Media Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 9, no. 1, pp. 24–31, Dec. 2020.
- [3] Djoko Widayat and M. Sjahdanulirwan, “Kinerja Daur Ulang Campuran Dingin Dengan Aspal Busa Pada Lalu Lintas Berat,” *Jurnal Jalan-Jembatan*, vol. 26, no. 3, pp. 256–265, 2009.
- [4] Rizki Azheri, “Kajian Metode Mix Design CTRB (Cement Treated Recycling Base) Studi Kasus : Jalan HR. Subrantas, Panam Kota Pekanbaru,” 2020.
- [5] D. Septiawan, “Penanganan Kerusakan Haul Road Menggunakan Metode Cement Treated Recycling Subbase (Studi Kasus Sta. 65+400 – 65+900 arah Tambang Paringin Lama),” *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 2, no. 1, pp. 25–28, Jul. 2019, doi: 10.20527/bpi.v2i1.58.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, “Perencanaan Campuran Lapis Pondasi Hasil Daur Ulang Perkerasan Lama Dengan Semen (Pd T-08-2005-B),” 2005.
- [7] Anang Ma’ruf Dinata, “Perencanaan Lapis Perkerasan Tambahan Overlay dengan Metode CTRB (Studi Kasus : Jalan Wolter Monginsidi, Kecamatan Sumber Sari, Jember),” 2021.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, “Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus,” 2008.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, “Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen,” 2002.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, “Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar,” 1990.