

Analisis Kepadatan Tanah Pada Akses Jalan Conveyor PLTU TJB UNIT 3,4 Dengan Menggunakan Standar AASHTO T 191

Yusuf Fahrizal¹, Yayan Adi Saputro², Decky Rochmanto³

Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU) Jepara

Koresponden: Yusuffahrizal58@gmail.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan : 3 Maret 2022 Diperbaiki : 10 Maret 2022 Disetujui : 26 Maret 2022	<i>In connection with the mobilization of large vehicles in the PLTU TJB unit 3,4 conveyor area, a road is needed, to build roads it is necessary to pay attention to compaction of the subgrade so that there is no damage such as land subsidence and other construction failures caused by compaction that is not up to standard. , The data used in this study secondary data obtained from the site pland road with a length of 747 m, the number of sandcone testing points is 32 points, Primary data is directly taken from the research object, laboratory testing includes soil properties, compaction, and soil density testing with the standard sandcone method. AASHTO T 191, The results of the soil properties test show that the type of material is fine sand, the type of grain contains fly ash and bottom ash, has non-plastic material properties, the compaction test is obtained Lab max 1.610 gr/cm³, with an optimum moisture content of 11.111%, there are several STA that has not met the field water content for k compaction is (-1% + 3%) against OMC, the standard sandcone test AASHTO T 191 obtained an average (R) of 95,861%, previously correction was made to the aggregate retained in sieve no.4.</i>
Keywords: Sandcone, Degree of density, Moisture content	
Kata kunci: Sandcone, Derjat kepadatan, Kadar air	Abstrak Berkaitan dengan adanya aktivitas mobilisasi kendaraan besar di area conveyor PLTU TJB unit 3,4 jepara maka diperlukan jalan, untuk membangun jalan perlu diperhatikan pemadatan pada tanah dasar agar tidak terjadi kerusakan seperti, penurunan tanah serta kegagalan konstruksi lainnya yang diakibatkan oleh pemadatan yang tidak sesuai standar, Data yang digunakan dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari <i>site pland</i> jalan dengan panjang 747 m, jumlah titik pengujian sandcone 32 titik, Data primer langsung diambil dari obyek penelitian, pengujian dilaboratorium meliputi propertis tanah, kompaksi, dan pengujian kepadatan tanah dengan metode sandcone standar AASHTO T 191, hasil dari pengujian propertis tanah menunjukkan jenis material pasir halus, jenis butiran mengandung material <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> , memiliki sifat material yang nonplastis, pengujian kompaksi didapat γ_{Lab} max 1,610 gr/cm ³ , dengan kadar air optimum 11,111 %, ada beberapa STA yang belum memenuhi kadar air lapangan untuk pemadatan yaitu (-1% + 3%) terhadap OMC, pengujian sandcone standar AASHTO T 191 didapat hasil (R) rata- rata 95,861 %, sebelumnya telah dilakukan koreksi terhadap agregat yang tertahan di saringan no.4.

1. Pendahuluan

Pesatnya pembangunan PLTU di Indonesia tidak lepas dari perilaku konsumsi listrik penduduk Indonesia, dalam memenuhi konsumsi listrik nasional yang mengalami peningkatan, pemerintah berupaya memenuhi kebutuhan listrik tersebut dengan melakukan pembangunan PLTU [1] diberbagai daerah, salah satunya berada di kota jepara dalam pembangunannya tidak lepas dari sarana dan prasarana jalan akses dan aktivitas kendaraan, Jalan merupakan sarana pengangkutan yang biasa digunakan untuk mendukung aktivitas sehari-hari dengan menambahnya arus lalu lintas yang melintasi suatu jalan dan diteruskan kelapisan tanah dasar sehingga perlunya dilakukan pemadatan [2].

Namun sebagaimana kita ketahui banyak sarana jalan yang cepat rusak diakibatkan oleh pemadatan tidak sesuai standar dan ketentuan yang ada sehingga kerusakan seperti Penurunan tanah, khususnya pada pembangunan jalan conveyor PLTU TJB Unit 3,4 yang direncanakan untuk akses kendaraan besar di area PLTU, untuk menghindari masalah tersebut pada pembangunan akses jalan conveyor PLTU TJB Unit 3,4 Pemadatan harus sesuai dengan standar yang berlaku, dalam pemeriksaanya metode yang digunakan adalah metode *Sand cone test* merupakan sebuah pengujian yang dilakukan untuk mencari nilai kepadatan tanah hasil pemadatan di lapangan yang nantinya dibandingkan dengan nilai kepadatan tanah di laboratorium / *maximum dry density* dan menghasilkan derajat kepadatan tanah (R %). [3]. Standar yang digunakan untuk menentukan kepadatan tanah dilapangan pada peneletian ini yaitu standar [4] AASHTO T 191, AASHTO T 191 [5] ini adalah standar yang menetapkan metode uji densitas tanah di lapangan atau campuran tanah agregat dengan diameter tidak lebih dari

50 mm. dalam penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui sifat fisik material tanah yang dipakai di jalan conveyor PLTU TJB Unit 3,4.

2. Metode

Pada penelitian yang dilakukan penulis ini menggunakan metode pengumpulan data Kuantitatif digunakan untuk meneliti sampel dengan menggunakan alat ukur atau instrumen penelitian lainnya dan metode yang dipakai yaitu metode eksperimen, dalam penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu di lapangan dan dilaboratorium, metode yang digunakan untuk menentukan nilai kepadatan tanah menggunakan standar AASHTO T 191 [5], pengujian yang dilakukan dilapangan meliputi *sancone test* sebanyak 32 titik dengan panjang jalan 747 m. dalam standar AASHTO T 191 [5] material yang dipakai dilapangan tidak 100% lolos saringan no.4 harus dilakukan koreksi terhadap kepadatan kering laboratorium dengan rumus sebagai berikut:

$$\gamma_{dmk} = \frac{r \cdot G_b \cdot \gamma_{dm}}{r \cdot p \cdot \gamma_{dm} + (1-p) \cdot G_b} \dots\dots\dots (1)$$

- γ_{dmk} = Nilai kepadatan kering terkoreksi gram/cc
- γ_{dm} = Kepadatan maksimum bahan berbutir lewat saringan no.4 (4,75) gram/cc
- P = Presentase butir kasar yang tertahan saringan no.4
- G_b = berat jenis bulk kasar yang tertahan saringan no. 4
- r = Koefisien yang nilainya tergantung p

Tabel 1 Nilai Faktor Koreksi Berdasarkan Presentase Butiran (P)

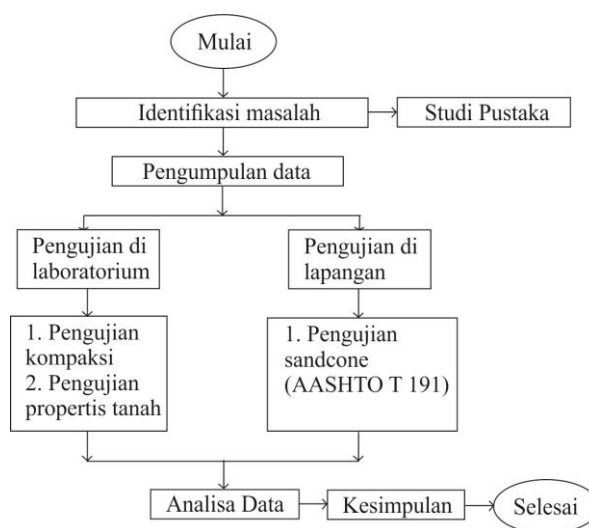
Presentase berat butir yang tertahan saringan #4	Faktor koreksi
≤ 20	1,00
21 - 25	0,99
26 - 30	0,98
31 - 35	0,97
36 - 40	0,96
41 - 45	0,95
46 - 50	0,94
51 - 55	0,92
56 - 60	0,89
61 - 65	0,86
66 - 70	0,83

Sumber: AASHTO T 224[6]

Untuk rumus derajat kepadatan tanah (R) % dilapangan pada Standar AASHTO T 191 sebagai berikut:

$$R = \frac{\gamma_{lap}}{\gamma_{lab\ terkoreksi}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Pengujian yang dilakukan di laboratorium yaitu pengujian kompaksi [7], untuk menentukan kepadatan kering dilaboratorium dan untuk menentukan kadar air optimum dalam pemadatan, pengujian propertis material tanah yaitu *attebergt limits* meliputi batas cair tanah [8], indeks plastis tanah [9], berat isi tanah [10] berat jenis tanah [9], analisa saringan [11], dan kadar air tanah [12] yang nantinya akan diketahui sifat fisik tanah material di jalan conveyor PLTU TJB Unit 3,4. untuk bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



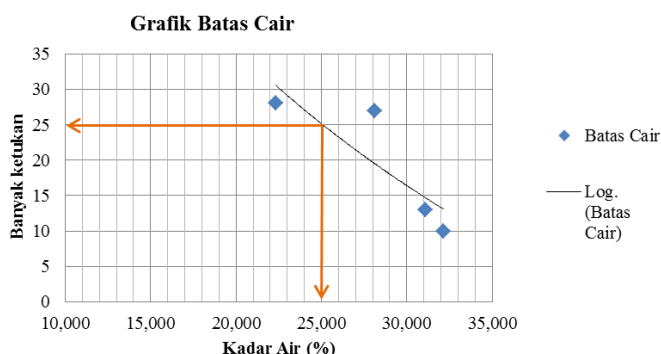
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Atteberg Limits

- a. Batas cair (*Liquid Limits*) [13]

Hasil dari pengujian batas cair material sampel tanah dilakukan empat kali pengujian dengan kadar air yang berbeda didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Batas cair tanah

Berdasarkan hasil grafik 2. maka didapatkan nilai batas cair pada 25 ketukan sebesar 25 %.

- b. *Plastic limits* dan *indeks plastis*

Pada pengujian dan pengamatan secara fisik yang telah dilakukan, pengujian *plastic limits* dan *indeks plastis* pada sampel material tanah di akses jalan *conveyor* PLTU TJB unit 3,4, tidak dapat dilakukan karena sifat tanah material yang nonplastis, hal ini ditunjukkan juga setelah dilakukan pengujian analisis saringan jumlah material yang lolos saringan 200 < 10% ini menunjukkan sifat material yang nonplastis dan masuk kedalam kode A-3 menurut tabel klasifikasi tanah AASHTO [6].

3.2. Berat Jenis Tanah

Dari hasil analisis pengujian rata - rata berat jenis material tanah pada sampel A dan B didapat hasil berat jenis material tanah pada akses jalan *conveyor* PLTU TJB unit 3,4 yaitu 2,160 g/cm³, hasil tersebut menunjukkan material tersebut didominasi oleh material *fly ash* [14]–[16] yaitu memiliki berat jenis antara 2,15-2,6 g/cm³.

3.3. Berat isi tanah

Dari hasil analisa perhitungan pengujian berat isi material sampel tanah didapat rata – rata 1,670 gr/cm³, sedangkan berat isi kering material sampel tanah didapat hasil rata – rata 1,597 gr/cm³.

3.4. *Sive analysis* dan *Hydrometer*

Setelah dilakukan pengujian *sive analysis* didapat hasil tabel rekapitulasi berikut ini:

Tabel 2 rekapitulasi hasil Pengujian *sive analysis*

Jenis Butiran	Sampel 1 (%)	Sampel 2 (%)	Rata - rata (%)
Kerikil	3,700	17,400	10,550
Pasir Kasar	27,500	22,800	25,150
Pasir Sedang	29,800	25,500	27,650
Pasir Halus	20,000	18,300	19,150
Lolos Saringan No.200	9,200	6,500	7,850

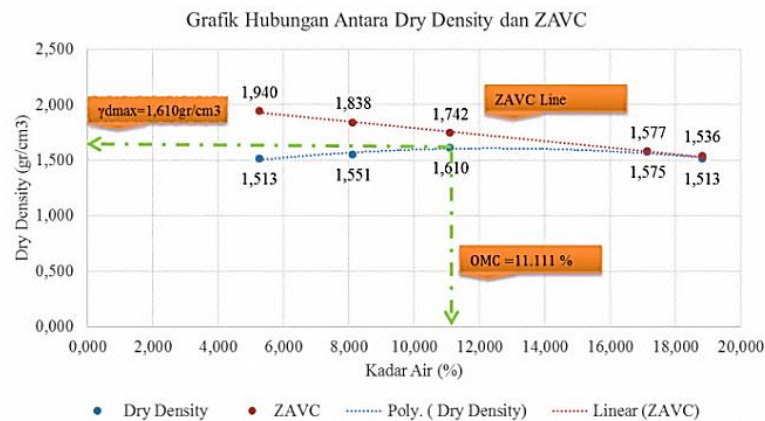
Didapat setiap jenis butiran mengandung *material fly ash* dan *bottom ash* [15], [17], [18] untuk pengujian *hydrometer* pada sampel 1 dan 2 tidak dilakukan karena presentase butir yang lolos saringan no.200 kurang dari 10% dan menunjukkan jenis material pasir halus, memiliki sifat material yang nonplastis, pada jenis ini masuk kedalam kode A-3 kategori penilaian umum sebagai tanah dasar sangat baik sampai baik menurut Tabel klasifikasi tanah AASHTO.

3.5. Kompaksi

Dalam pengujian ini akan menghasilkan (*Maximum dry density/MDD*) dan menentukan kadar air optimum (*optimum moisture content/OMC*) dari sampel material tanah akses jalan *conveyor* PLTU TJB unit 3,4.

Tabel 3 Hasil *Index* porositas Tanah (*Standard Proctor*)

Kepadatan Kering	1,513	1,551	1,610	1,575	1,513
Porositas %	29,980	28,223	25,457	27,122	29,980
Angka Pori	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
ZAVC	1,940	1,838	1,742	1,577	1,536

**Gambar 3** Grafik Hubungan *Dry Density* dan Kadar Air

Dari analisis hasil pengujian didapatkan hasil pada Grafik 3 nilai Kepadatan Kering dilaboratorium (γ_d Lab) (*Maximum dry density/MDD*) sebesar $1,610 \text{ gr/cm}^3$ dan didapat juga kadar air Optimum sebesar 11,111 %.

3.6. Sandcone

Kalibrasi untuk menentukan berat pasir dalam corong dan berat isi pasir yang digunakan dalam pengujian. Tabel 4 berikut adalah hasil kalibrasi alat sandcone dari pengujian di akses jalan *conveyor* PLTU TJB unit 3,4

Tabel 4 Data kalibrasi Alat sandcone

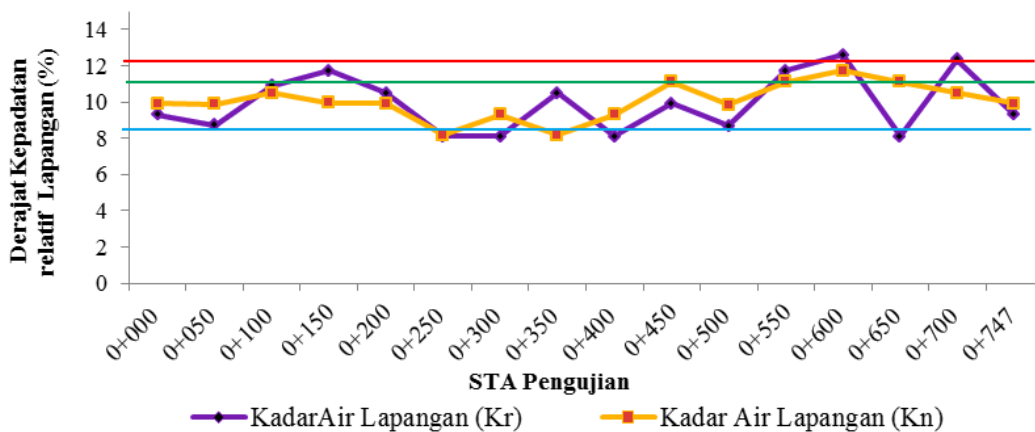
Berat Botol	:	170.50	gr
<i>Weight bottle</i>			
Berat Corong	:	485.00	gr
<i>Weight Cone</i>			
Berat Botol & Corong	:	655.50	gr
<i>Weight bottle & Cone</i>			
Berat Botol, Corong & Air	:	5,552.00	gr
<i>Weight bottle, Cone & Water</i>			
Berat Botol, Corong & Pasir	:	7,717.00	gr
<i>Weight bottle, Cone & Sand</i>			
Berat isi pasir	:	1.39	
<i>Unit Weight of Ottawa Sand (γ sand)</i>			
Berat pasir dalam corong	:	1,556.50	gr
<i>weight Sand of Cone</i>			

Hasil pengambilan data kepadatan lapangan dengan sand cone test standar AASTHO T 191 [5] dan kadar air lapangan, dilakukan pengujian dan analisis hasil data kemudian direkapitulasi hasilnya pada tabel berikut ini.

Tabel 5 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sandcone Standar AASTHO T 191

STA	Laboratorium						Lapangan							
	OMC		γd lab Max		γd lab Max (koreksi)		MC		γd lap		#no.4		R (%)	
	(%)	(%)	(gram/cm3)	(gram/cm3)	(gram/cm3)	(gram/cm3)	(%)	(%)	(gram/cm3)	(gram/cm3)	(%)	(%)	(%)	(%)
0+000	11,110	11,110	1,610	1,610	1,677	1,687	9,903	9,293	1,662	1,591	15,696	21,083	99,109	94,295
0+050	11,110	11,110	1,610	1,610	1,695	1,694	9,890	8,708	1,536	1,716	25,753	19,372	90,611	101,345
0+100	11,110	11,110	1,610	1,610	1,674	1,680	10,501	10,907	1,627	1,625	15,013	16,316	97,210	96,763
0+150	11,110	11,110	1,610	1,610	1,695	1,717	9,943	11,735	1,620	1,715	19,623	30,051	95,596	99,882
0+200	11,110	11,110	1,610	1,610	1,717	1,775	9,903	10,501	1,670	1,720	30,046	52,741	97,246	96,849
0+250	11,110	11,110	1,610	1,610	1,688	1,699	8,187	8,111	1,611	1,710	21,193	23,545	95,444	100,688
0+300	11,110	11,110	1,610	1,610	1,650	1,657	9,293	8,111	1,288	1,315	9,559	11,220	78,078	79,322
0+350	11,110	11,110	1,610	1,610	1,697	1,653	8,187	10,501	1,387	1,530	23,183	10,256	81,732	92,566
0+400	11,110	11,110	1,610	1,610	1,730	1,703	9,293	8,111	1,690	1,741	35,152	27,242	97,668	102,229
0+450	11,110	11,110	1,610	1,610	1,702	1,703	11,111	9,903	1,738	1,733	27,103	24,527	102,108	101,731
0+500	11,110	11,110	1,610	1,610	1,700	1,722	9,830	8,696	1,698	1,753	26,715	36,050	99,879	101,802
0+550	11,110	11,110	1,610	1,610	1,711	1,725	11,111	11,735	1,662	1,686	28,880	34,087	97,151	97,788
0+600	11,110	11,110	1,610	1,610	1,709	1,725	11,735	12,587	1,694	1,650	28,480	36,653	99,124	95,647
0+650	11,110	11,110	1,610	1,610	1,744	1,706	11,125	8,111	1,419	1,463	42,167	27,857	81,335	85,789
0+700	11,110	11,110	1,610	1,610	1,708	1,693	10,501	12,360	1,828	1,632	28,195	22,286	107,060	96,385
0+747	11,110	11,110	1,610	1,610	1,734	1,731	9,903	9,293	1,719	1,835	38,214	37,685	99,119	106,016

Dari hasil pengujian dan grafik diatas menunjukkan rata – rata kepadatan tanah relatif (R) Standar AASTHO T 191 sebesar 95,861 %, kepadatan tanah relatif paling tinggi berada pada STA 0+700 (Kn) yaitu sebesar 107,060 % dan paling rendah pada STA 0+300 (Kn) sebesar 78,078 %. untuk hasil pengujian Kadar air lapangan dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Keterangan :Kn (kanan)
 Kr (kiri)
 ————— Kadar Air maksimum 12,11
 ————— Kadar Air Optimum 11,11
 ————— Kadar Air minimum 8,11

Gambar 4 Grafik Kadar Air Lapangan

Pada gambar 4 grafik kadar air lapangan diatas menunjukkan kadar air rencana sebesar 11,111 % dengan rentang 3 % dibawah kadar air optimum dan 1 % di atas kadar air optimum yaitu antara 8,11 % - 12,11 %, maka dapat disimpulkan pada STA 0+600 (KR) dan 0+700 (KR) melebihi kadar air maksimum, dan belum dapat dilakukan pemadatan pada STA tersebut, untuk kadar air lapangan rata-rata didapat sebesar 9.971%.

4. Simpulan

Adapun kesimpulan dari pengujian dilapangan dan dilaboratorium pekerjaan akses jalan conveyor PLTU TJB unit 3,4 sebagai berikut:

1. Propertis material tanah pada akses jalan conveyor PLTU TJB unit 3,4, menunjukkan jenis material pasir halus, jenis butiran mengandung material *fly ash* dan *bottom ash*, memiliki sifat material yang nonplastis, pada jenis ini masuk kedalam kode A-3 kategori penilaian umum sebagai tanah dasar sangat baik sampai baik menurut Tabel klasifikasi tanah AASHTO.
2. Hasil pengujian kompaksi didapatkan nilai Kepadatan Kering dilaboratorium (*Maximum dry density/MDD*) sebesar $1,610 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air Optimum sebesar 11,11 %, hasil pengujian kadar air lapangan menunjukkan pada STA 0+600 (KR) 12,59 % dan 0+700 (KR) 12,36 % melebihi kadar air maksimum yaitu antara 8,11 % - 12,11 %, dan belum dapat dilakukan pemadatan pada STA tersebut, Pada hasil pengujian sandcone standar AASTHO T 191 hasil nilai koreksi disetiap STA untuk koreksi tertinggi terdapat pada STA 0+200 (KR) sebesar $1,78 \text{ gram/cm}^3$, dan paling rendah terdapat pada STA 0+300 (KN) yaitu sebesar $1,65 \text{ gram/cm}^3$, kepadatan tanah relatif (R) tertinggi STA 0+700 (KN) 107,060 % paling rendah pada STA 0+300 (KN) 78,078 % untuk hasil rata-rata 95,861 %.

Daftar Pustaka

- [1] S. S. Mochammad Qomaruddin and Sudarno, "Pemanfaatan Limbah Bottom Ash Pengganti Agregat Halus Dengan Tambahan Kapur Pada Pembuatan Paving," *Rev. Civ. Eng.*, vol. 01, no. 1, pp. 13–18, 2017.
- [2] R. Darmawan and L. Lizar, "Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode Bm - 2017," *J. INOVTEK SERI Tek. SIPIL DAN Apl.*, vol. 2, no. 2, p. 97, 2020, doi: 10.35314/tekla.v2i2.1823.
- [3] Bina Marga, "Perencanaan Rigid Pavement Dengan Metode AASHTO 1993," 2004.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 1727:2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain," *Beban Minim. untuk Peranc. Bangunan Gedung dan Strukt. Lain*, p. 196, 2013, [Online]. Available: www.bsn.go.id.
- [5] AASHTO, "AASHTO T 191," 2014.
- [6] AASHTO, *AASHTO-T224 Correction for Coarse Particles in the Soil Compaction Test Fop for AASHTO T 224*, no. October. 2003.
- [7] D. C. Saha and J. N. Mandal, "Laboratory Investigations on Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) for using it as Base Course of Flexible Pavement," in *Procedia Engineering*, 2017, vol. 189, doi: 10.1016/j.proeng.2017.05.069.
- [8] R. Indera Kusuma, E. Mina, and Supadi, "Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Menggunakan Fly Ash dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas," *J. Fondasi*, vol. 6, no. 2, pp. 24–33, 2017.
- [9] N. Kholis, A. Setyowati, S. Gunarti, and R. Sylviana, "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen Dan Renolith Clay Soil Stabilization Using Cement and Renolith," *Bentang*, vol. 6, no. 1, pp. 62–77, 2018.
- [10] SNI-03-3640, "Metode pengujian kadar beraspal dengan cara ekstraksi menggunakan alat soklet," 1994, pp. 1–7.
- [11] SNI 1969-2008, "Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar," *Standar Nas. Indones.*, p. 20, 2008.
- [12] SNI03-1971, "KADAR AIR AGREGAT SNI 03-1971-1990," 1990, p. 1990.
- [13] A. Arulrajah, F. Maghoolpilehrood, M. M. Disfani, and S. Horpibulsuk, "Spent coffee grounds as a non-structural embankment fill material: Engineering and environmental considerations," *J. Clean. Prod.*, vol. 72, pp. 181–186, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.03.010.
- [14] M. Qomaruddin, S. Sudarno, and Y. Adi Saputro, "Analisa Kuat Tekan Mortar Fly Ash Dari Industri PLTU Tanjung Jati B Jepara Dengan Menggunakan Pasir Sungai Tempur Kabupaten Jepara.," *Rev. Civ. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2018.
- [15] M. Qomaruddin and S. Sudarno, "Influence of Bottom-Ash Mixed with Gypsum as Concrete Bricks for Wall Construction Material," *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, vol. 8, no. 4, pp. 0–5, 2018.
- [16] widayat Widayat, H. Satriadi, L. P. Wibawa, G. F. Hanif, and M. Qomaruddin, "Oil and gas characteristics of coal with pyrolysis process Oil and Gas Characteristics of Coal with Pyrolysis Process," 2022, vol. 020077, no. July.
- [17] A. Kustirini, M. Qomaruddin, D. S. Budiningrum, and I. E. Andammaliek, "The Influence Of Compressive Strength Of Mortar Geopolimer On Addition Of Carbit Waste Ash With Curing Oven System," in *Proceedings of the 1st International Conference on Civil Engineering, Electrical Engineering, Information Systems, Information Technology, and Agricultural Technology*, 2020, pp. 1–4.
- [18] M. Qomaruddin and S. Sudarno, "The study of laminate concrete between geopolymer and conventional," 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1363/1/012011.