

Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (Kondisi *Surface Saturated Dry* dan Kondisi Kering)

Dadan Ramadan
Teknik Sipil
*) dadanrmdn@gmail.com

Abstrak

Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan. Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna. Sesaat setelah pencampuran, pada adukan terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan. Beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan additive. Berat jenis adalah nilai perbandingan antara massa dan volume dari bahan yang kita uji. Sedangkan penyerapan berarti tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Jumlah rongga atau pori yang didapat pada agregat disebut porositas. Pengukuran berat jenis agregat diperlukan untuk perencanaan campuran aspal dengan agregat, campuran ini berdasarkan perbandingan berat karena lebih teliti dibandingkan dengan perbandingan volume dan juga untuk menentukan banyaknya pori agregat. Dari hasil percobaan dan perhitungan diperoleh berat jenis semu sebesar 3.35, nilai berat jenis kering 2.79 dan nilai berat jenis kondisi SSD sebesar 2.95. Selain itu, diperoleh hasil persentase absorbs 5.9%.

Kata Kunci: Beton, Berat Jenis, Agregat Kasar.

PENDAHULUAN

Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan (Arniza Fitri et al., 2011). Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna (Purba et al., 2019). Sesaat setelah pencampuran, pada adukan terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan (Prasetio et al., 2020). Beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan additive (Setiawan et al., 2017).

Berat jenis adalah nilai perbandingan antara massa dan volume dari bahan yang kita uji (Kusuma & Lestari, 2021). Sedangkan penyerapan berarti tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air (Pratiwi, 2020). Jumlah rongga atau pori yang didapat pada agregat disebut porositas (Arniza Fitri et al., 2019). Pengukuran berat jenis agregat diperlukan untuk perencanaan campuran aspal dengan agregat, campuran ini berdasarkan perbandingan berat karena lebih teliti dibandingkan dengan perbandingan volume dan juga untuk menentukan banyaknya pori agregat (Arniza Fitri et al., 2021). Berat jenis yang kecil

akan mempunyai volume yang besar sehingga dengan berat sama akan dibutuhkan aspal yang banyak dan sebaliknya (Lestari, Purba, et al., 2018).

Agregat dengan kadar pori besar akan membutuhkan jumlah aspal yang lebih banyak karena banyak aspal yang terserap akan mengakibatkan aspal menjadi lebih tipis (Safuan, 2014). Penentuan banyak pori ditentukan berdasarkan air yang dapat terabsorpsi oleh agregat (Kasus et al., 2017). Percobaan ini dilakukan untuk menentukan nilai penyerapan dan perubahan berat agregat karena penyerapan air oleh pori-pori dengan agregat pada kondisi kering.

KAJIAN PUSTAKA

Sifat-sifat Beton

Sifat-sifat beton meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, didapatkan dan diselesaikan tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan pada adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi (A. Fitri & Yao, 2019).

Sifat-sifat lain beton antara lain:

1. Durability (keawetan)

Merupakan kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan (Hashim et al., 2016). Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen maksimum maupun pembatasan dosis semen minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan (Lestari et al., 2021).

2. Kuat Tekan

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu sebuah struktur dimana semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Chen et al., 2019). Kuat beton ditentukan berdasarkan pembebanan uniaksial benda uji silinder beton berdiameter 150 mm, tinggi 300 mm dengan satuan MPa (N/m²) untuk SKSNI 91 (A. Fitri et al., 2019). Benda uji silinder juga digunakan pada metode ACI sedangkan metode British benda uji yang digunakan adalah kubus dengan sisi ukuran 150 mm (Science, 2019). Benda uji dengan ukuran berbeda dapat juga dipakai namun perlu dikoreksi terhadap size efek (Abdul Maulud et al., 2021).

3. Kuat Tarik

Kuat tarik beton jauh lebih kecil dari kuat tekannya, yaitu sekitar 10% - 15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton merupakan sifat yang penting untuk memprediksi retak dan defleksi beton (Phelia & Damanhuri, 2019).

4. Modulus Elastisitas

Adalah perbandingan antara kuat beton dengan regangan beton yang biasanya ditentukan pada 25% - 50% dari kuat tekan beton (Dewantoro et al., 2019).

5. Rangkak (Creep)

Adalah penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya bahan yang bekerja (Lestari, 2015).

6. Susut (Shrinkage)

Merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan tetapi disebabkan oleh beton kehilangan kelembaban karena penguapan (Alfian & Phelia, 2021). Karena kelembaban tidak pernah meninggalkan beton seluruhnya secara uniform, perbedaan-perbedaan kelembaban mengakibatkan terjadinya tegangan-tegangan internal dengan susut yang berbeda (Arniza Fitri et al., 2020). Tegangan-tegangan yang disebabkan oleh perbedaan susut dapat cukup besar dan ini merupakan salah satu alasan perlunya kondisi perawatan yang basah. Makin besar perbandingan luas permukaan terhadap penampang bagian konstruksi susut yang terjadi akan semakin besar (LESTARI, 2018). Oleh sebab itu, susut pada bahan-bahan percobaan yang jauh lebih kecil dari bahan-bahan percobaan yang kecil.

Faktor-faktor yang berpengaruh pada susut beton (Study & Main, 2013):

a. Susut Plastik

Adalah penyusutan yang terjadi sebelum beton mengeras. Pencegahan susut plastic dapat dihindarkan dengan mencegah penguapan yang terlalu cepat pada permukaan beton, dengan cara melindungi beton dengan cara mendinginkan dan menyiram permukaan yang baru dicor.

b. Susut Pengeringan

Susut pengeringan terjadi setelah beton mencapai bentuk akhirnya dan proses hidrasi pada semen telah selesai. Susut pengeringan adalah berkurangnya volume semen dan elemen beton lainnya jika terjadi kehilangan uap air karena penguapan.

7. Kelecekan (Workability)

Workability adalah sifat-sifat adukan beton atau mortar yang ditentukan oleh kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan, pengecoran, pemadatan, dan finishing atau workability adalah besarnya kemudahan kerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan kompaksi penuh (Phelia & Sinia, 2021).

8. Perawatan Beton (Curing)

Adalah suatu pekerjaan menjaga permukaan beton agar selalu lembab. Kelembaban permukaan beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi campuran beton dan air) berlangsung dengan sempurna (Huang & Fitri, 2019). Menaruh beton segar didalam ruangan yang lembab, seperti (Lestari, Setiawan, et al., 2018):

- a. Menaruh beton segar diatas genangan air
- b. Menyelimuti permukaan beton dengan kain basah
- c. Menyiram permukaan beton

Sifat dan karakter mekanik beton secara umum (Dewantoro, 2021):

1. Beton sangat baik menahan gaya tekan (high compressive strength), tetapi tidak begitu pada gaya tarik (low tensile strength). Bahkan kekuatan gaya tarik beton hanya sekitar 10% dari kekuatan gaya tekannya.
2. Beton tidak mampu menahan gaya tegangan (tension) yang tinggi karena elastisitasnya rendah.
3. Konduktivitas termal beton relative rendah.

AGREGAT

Agregat adalah material granural, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak, tangku besi, yang dipakai bersama sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu

semen hidrolik atau adonan (Pratiwi et al., 2020). Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah melalui proses pelapukan dan abrosi yang berlangsung lama (Adma et al., 2020). Agregat dapat juga diperoleh dengan memecah batuan induk yang lebih besar. Agregat halus untuk beton adalah agregat berupasil alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai ukuran butir 5mm (Pratiwi & Fitri, 2021). Agregat kasar untuk beton adalah agregat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu, dan mempunyai ukuran butir antara 5- 40mm, besar butir maksimum yang diizinkan tergantung pada maksud pemakaian (Rosmalasari et al., 2020).

Beton

Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan (Lestari, 2020). Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna (Pramita, 2019). Sesaat setelah pencampuran, pada adukan terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan pertambahan kekuatan (Lestari & Puspaningrum, 2021). Beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan additive (Pramita & Sari, 2020). Pada saat keras, beton diharapkan mampu memikul beban sehingga sifat utama yang harus dimiliki oleh beton adalah kekuatannya (Lestari & Aldino, 2020). Kekuatan beton terutama dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen dan derajat kekompakannya (Pramita et al., n.d.). Adapun faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah perbandingan berat air dan semen, tipe dan gradasi agregat, kualitas semen, dan perawatan (*curing*).

METODE

Metode pelaksanaan praktikum terdiri dari persiapan benda uji dan prosedur percobaan. Langkah-langkah dari metode pelaksanaan sebagai berikut (A. Fitri et al., 2017):

Persiapan Benda Uji

- a. Menyiapkan agregat kasar sesuai kebutuhan
- b. Mengeringkan benda uji di oven pada suhu $105^{\circ} - 110^{\circ}\text{C}$.
- c. Mendinginkan benda uji, lalu menutupinya dengan air dan merendamnya dengan air selama 4 ± 24 jam.

Prosedur Percobaan

- a. Mengangkat benda uji dari bak air, kemudian mengelapnya dengan kain lap yang bersih.
- b. Menimbang benda uji dengan kondisi SSD (A)
- c. Memasukkan benda uji kekeranjang, rendam di dalam bak air dan timbang benda uji dalam kondisi jenuh dengan ketelitian timbangan 0.5 kg (B)
- d. Memasukkan benda uji kedalam oven pada suhu $105^{\circ} - 110^{\circ}\text{C}$.
- e. Menimbang kembali benda uji dalam keadaan kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Percobaan

- a. Berat kerikil kondisi SSD (A) = 7.100 gram
- b. Benda uji dalam kondisi jenuh (B) = 4.700 gram
- c. Berat benda uji pada kondisi kering (C) = 6.700 gram

Perhitungan

a. Berat jenis semu

$$= \frac{C}{C-B}$$
$$= \frac{6.700}{6.700-4.700}$$
$$= 3.35$$

b. Berat jenis kering

$$= \frac{C}{A-B}$$
$$= \frac{6.700}{7.100-4.700}$$
$$= 2.79$$

c. Berat jenis kondisi SSD

$$= \frac{A}{A-B}$$
$$= \frac{7.100}{7.100-4.700}$$
$$= 2.95$$

d. Presentase absorpsi

$$= \frac{A-C}{C} \times 100$$
$$= \frac{7.100-6.700}{6.700} \times 100$$
$$= 5.9 \%$$

SIMPULAN

Dari hasil percobaan dan perhitungan diperoleh berat jenis semu sebesar 3.35, nilai berat jenis kering 2.79 dan nilai berat jenis kondisi SSD sebesar 2.95. Selain itu, diperoleh hasil persentase absorpsi 5.9%.

REFERENSI

- Abdul Maulud, K. N., Fitri, A., Wan Mohtar, W. H. M., Wan Mohd Jaafar, W. S., Zuhairi, N. Z., & Kamarudin, M. K. A. (2021). A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia. *Arabian Journal of Geosciences*, *14*(2). <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06382-8>
- Adma, N. A. A., Ahmad, F., & Phelia, A. (2020). EVALUASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PEMBANGUNAN JETTY. *Jurnal Teknik Sipil*, *1*(1), 7–14.
- Alfian, R., & Phelia, A. (2021). EVALUASI EFEKTIFITAS SISTEM PENGANGKUTAN DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI TPA SARIMUKTI KOTA BANDUNG. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, *2*(01), 16–22.
- Chen, H., Yao, L., & Fitri, A. (2019). The influence mechanism research of inflow temperature in different time scale on the water temperature structure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *365*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012058>
- Dewantoro, F. (2021). Kajian Pencahayaan dan Penghawaan Alami Desain Hotel Resort Kota Batu Pada Iklim Tropis. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, *2*(01), 1–7.
- Dewantoro, F., Budi, W. S., & Prianto, E. (2019). Kajian Pencahayaan Alami Ruang Baca Perpustakaan Universitas Indonesia. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, *3*(1), 94–99.
- Fitri, A., Hashim, R., & Motamedi, S. (2017). Estimation and validation of nearshore current at the coast of Carey Island, Malaysia. *Pertanika Journal of Science and Technology*, *25*(3), 1009–1018.
- Fitri, A., & Yao, L. (2019). The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore: A simulation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *365*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012054>
- Fitri, A., Yao, L., & Sofawi, B. (2019). Evaluation of mangrove rehabilitation project at Carey Island coast, Peninsular Malaysia based on long-term geochemical changes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *365*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012055>
- Fitri, Arniza, Hasan, Z. A., & Ghani, A. A. (2011). *Determining the Effectiveness of Harapan Lake as Flood Retention Pond in Flood Mitigation Effort Determining the Effectiveness of Harapan Lake as Flood Retention Pond in Flood Mitigation Effort. November 2014.*
- Fitri, Arniza, Hashim, R., Abolfathi, S., & Maulud, K. N. A. (2019). Dynamics of sediment transport and erosion-deposition patterns in the locality of a detached low-crested breakwater on a cohesive coast. *Water (Switzerland)*, *11*(8). <https://doi.org/10.3390/w11081721>
- Fitri, Arniza, Maulud, K. N. A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F., & Zuhairi, N. Z. (2020). Trend Of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, *16*(3), 178–184.
- Fitri, Arniza, Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. (2021). Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. *4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*, 51–54.
- Hashim, R., Roy, C., Shamshirband, S., Motamedi, S., Fitri, A., Petković, D., & Song, K. I. I. L. (2016). Estimation of Wind-Driven Coastal Waves Near a Mangrove Forest

- Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System. *Water Resources Management*, 30(7), 2391–2404. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1267-0>
- Huang, X., & Fitri, A. (2019). *Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012056>
- Kasus, S., Jl, P., Agung, S., Pramita, G., Lestari, F., Teknik, F., Studi, P., Sipil, T., & Indonesia, U. T. (2017). *Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal di Kota Bandar Lampung pada Masa Pandemi Covid -19*. 19.
- Kusuma, C. E., & Lestari, F. (2021). PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PROYEK PENAMBAHAN LINE CONVEYOR BATUBARA UNIT PELAKSANAAN PEMBANGKITAN SEBALANG. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(01), 44–50.
- Lestari, F. (2015). *Studi Karakteristik Perilaku Perjalanan Siswa SMA Negeri di Kota Bandar Lampung*.
- Lestari, F. (2020). Identifikasi Fasilitas Pejalan Kaki Di Kota Bandar Lampung. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 27–32.
- LESTARI, F. (2018). *KOMPARASI PEMBANGUNAN KERETA CEPAT INDONESIA MENGGUNAKAN PENGALAMAN KERETA CEPAT NEGARA LAIN DARI SUDUT PANDANG EKONOMI*. UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Lestari, F., & Aldino, A. A. (2020). Pemilihan Moda Dan Preferensi Angkutan Umum Khusus Perempuan Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 6(2), 57–62.
- Lestari, F., Purba, A., & Zakaria, A. (2018). Komparasi Pembangunan Kereta Cepat di Indonesia Dengan Kereta Cepat di Negara Lain dari Sudut Pandang Ekonomi. *Prosiding Semnas SINTA FT UNILA Vol. 1 Tahun 2018*, 1(1), 266–272.
- Lestari, F., & Puspaningrum, S. (2021). *Pengembangan Denah Sekolah untuk Peningkatan Nilai Akreditasi pada SMA Tunas Mekar Indonesia*. 2(2), 1–10.
- Lestari, F., Setiawan, R., & Pratiwi, D. (2018). PERHITUNGAN DIMENSI SEAWALL MENGGUNAKAN LAZARUS. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1118–1124.
- Lestari, F., Susanto, T., & Kastamto, K. (2021). PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI PENYEDIAAN AIR BERSIH PADA ERA NEW NORMAL DI KELURAHAN SUSUNAN BARU. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 427–434.
- Phelia, A., & Damanhuri, E. (2019). *Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakung Kota Bandar LPhelia, A., & Damanhuri, E. (2019). Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakun*.
- Phelia, A., & Sinia, R. O. (2021). Skenario Pengembangan Fasilitas Sistem Pengolahan Sampah Dengan Pendekatan Cost Benefit Analysis Di Kelurahan Kedamaian Kota Bandar Lampung. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(1).
- Pramita, G. (2019). *Studi Pengaruh Ruang Henti Khusus (RHK) Sepeda Motor Terhadap Arus Jenuh di Pendekat Simpang Bersinyal*. UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Pramita, G., Lestari, F., & Bertarina, B. (n.d.). Study on the Performance of Signaled Intersections in the City of Bandar Lampung (Case Study of JL. Sultan Agung-Kimaja Intersection during Covid-19. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2).
- Pramita, G., & Sari, N. (2020). STUDI WAKTU PELAYANAN KAPAL DI DERMAGA I PELABUHAN BAKAUHENI. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 14–18.
- Prasetyo, A., Pangestu, A., Defrindo, Y., & Lestari, F. (2020). RENCANA

- PEMBANGUNAN SANITASI BERBASIS LINGKUNGAN DI DESA DADISARI KABUPATEN TANGGAMUS. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 26–32.
- Pratiwi, D. (2020). Studi Time Series Hidro Oseanografi Untuk Pengembangan Pelabuhan Panjang. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 1–13.
- Pratiwi, D., & Fitri, A. (2021). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 29–37.
- Pratiwi, D., Sinia, R. O., & Fitri, A. (2020). PENINGKATAN PENGETAHUAN MASYARAKAT TERHADAP DRAINASE BERPORUS YANG DIFUNGSIKAN SEBAGAI TEMPAT PERESAPAN AIR HUJAN. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2).
- Purba, A., Kustiani, I., & Pramita, G. (2019). A Study on the Influences of Exclusive Stopping Space on Saturation Flow (Case Study: Bandar Lampung). *International Conference on Science, Technology & Environment (ICoSTE)*.
- Rosmalasari, T. D., Lestari, M. A., Dewantoro, F., & Russel, E. (2020). Pengembangan E-Marketing Sebagai Sistem Informasi Layanan Pelanggan Pada Mega Florist Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(1), 27–32.
- Safuan, A. P. (2014). *REVITALISASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PADA BEBERAPA TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH DI PROVINSI LAMPUNG*.
- Science, E. (2019). *The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore : A simulation* *The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore : A simulation*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012054>
- Setiawan, R., Lestari, F., & Pratiwi, D. (2017). PENGARUH SULFAT PADA KEKUATAN BETON YANG MENGGUNAKAN LIMBAH BATU BARA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 1093–1098.
- Study, E., & Main, U. S. M. (2013). *Effectiveness of Aman Lake as Flood Retention Ponds in Flood Mitigation* *Effectiveness of Aman Lake as flood retention ponds in flood mitigation effort : study case at USM Main Campus , Malaysia. December*.