

STUDI EKSPERIMENTAL PADA KUAT TEKAN CAMPURAN TANAH LATERITE DAN BATU KAPUR (CaCO_3)

L. Caroles¹, Y. T. Todingrara², dan M. Tumpu³

¹Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Papua, Jln. Gunung Agung Salju Amban Manokwari Email: luckycaroles1977@gmail.com

²Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) XVII, Manokwari, Email: tulakmr@yahoo.com

³Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Email: tumpumiswar@gmail.com

ABSTRAK

Pada daerah-daerah terpencil kebanyakan jalan masih menggunakan perkerasan tanah yang sangat rentan terhadap perubahan cuaca, terutama yang menggunakan perkerasan tanah dengan plastisitas tinggi atau tanah lempung. Selain masalah biaya, kesulitan mendapatkan sumber material yang baik menjadi masalah lain yang mengakibatkan melambungkannya harga pengadaan material. Berkaitan dengan hal tersebut, maka diadakan penelitian yang memanfaatkan material lokal yaitu batuan kapur (*limestone*) sebagai bahan stabilisasi. Penelitian ini merupakan studi eksperimental di laboratorium. Rancangan campuran kapur dan tanah laterit dibuat menggunakan silinder dengan ukuran 50 mm × 100 mm. Tanah laterit yang digunakan berasal dari 2 daerah yaitu Skyland-Jayapura serta Mindiptana-Merauke dengan variasi kadar batu kapur sebanyak 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 60% dengan gradasi kapur masing-masing lolos saringan 10, 40, dan 200. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji mengalami pemeraman selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benda uji untuk daerah Skyland-Jayapura dengan campuran tanah laterit + kapur lolos saringan 200 berada pada variasi kapur sebanyak 5% senilai 0,46 MPa, sedangkan tanah laterit + kapur lolos saringan 40 berada pada variasi kapur sebanyak 5% senilai 0,64 MPa.

Kata kunci : tanah laterit, batu kapur, kuat tekan

1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya suatu daerah dikatakan berkembang apabila sarana dan prasarana saling mendukung pembangunan daerah tersebut. Contohnya pada sarana transportasi seperti jalan, pelabuhan, dan bandara. Salah satu hal yang dianggap penting untuk mendukung sarana transportasi jalan adalah perkerasannya.

Namun untuk daerah tertentu memiliki lapisan perkerasan yang tidak memadai. Misalnya pada lapisan pondasi bawah (*subgrade*) mempunyai daya dukung yang rendah, sehingga terjadi perubahan volume tanah, oleh karena itu membutuhkan material pendukung. Perubahan volume ini sedikit banyak dipengaruhi oleh air yang jika musim hujan tanah akan menjadi basah dan menyusut sebaliknya pada musim kemarau akan retak-retak karena kehilangan air. Sifat kembang susut terjadi karena adanya perubahan volume yang diakibatkan oleh kandungan mineral-mineral dalam tanah lempung. Salah satu cara untuk memperbaiki sifat tanah adalah dengan penambahan bahan stabilisasi pada tanah tersebut.

Pada daerah timur khususnya Papua seperti kabupaten Jayapura, Merauke dan sekitarnya memiliki kondisi tanah yang buruk dan tidak memiliki material berbatu. Tentunya hal ini dapat berdampak negatif untuk kelangsungan pembangunan infrastruktur jalan. Kondisi alam yang sulit, keterbatasan-keterbatasan sumber daya manusia dan sarana infrastruktur, merupakan penyebab terbatasnya akses transportasi darat di sana. Sehingga untuk kebutuhan penduduk pokok mengandalkan transportasi udara sebagai transportasi utama yang juga terbatas jumlahnya,

Salah satu cara yang digunakan adalah tanah lapis pondasi bawah distabilisasi dengan semen. Karena mineral kalsium silikat, C_3S dan C_2S merupakan unsur utama dalam pengembangan kekuatan dan memiliki pengaruh yang besar terhadap ketahanan dan sifat struktural jangka panjang [11]. Namun karna biaya yang dibutuhkan untuk semen sebagai material pendukung sangat mahal, sehingga diperlukan alternatif material lain untuk menghemat biaya. Selain masalah biaya, kesulitan mendapatkan sumber material yang baik menjadi masalah lain yang mengakibatkan melambungkannya harga pengadaan material. Dengan memanfaatkan material lokal yang ada, yaitu batu kapur diharapkan dapat mengatasi masalah yang ada dan dapat meminimalisir biaya.

Namun penambahan batuan kapur pada tanah yang distabilisasi tidak semata-mata dengan perbandingan 1:1, tetapi pada penelitian ini digunakan kadar penambahan kapur 5, 10, 15, 20, 30, 40, dan 60% untuk mencari kuat tekan maksimum pada tanah campuran batuan kapur (CaCO_3). Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan batu kapur terhadap kuat tekan campuran tanah dengan kapur berdasarkan waktu curing dengan cara diperam selama 7 hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari butiran mineral-mineral padat yang terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel padat tersebut [4]. Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batuan dasar (*bed rock*) [6,7].

2.2. Tanah Laterit

Curah hujan yang tinggi, suhu yang tinggi, eluviasi yang intensif, dan sistem pengaliran yang baik mempengaruhi tebal pelapukan tanah laterit di daerah tropis. Tanah laterit adalah tanah yang terbentuk dari batuan heterogen yang terdiri dari kerangka tulang yang mengandung besi keras yang diresapi dengan bahan tanah liat lunak [9]. Tanah Laterit adalah tanah yang kaya oksida, besi, aluminium atau keduanya [9]. Tanah laterit banyak digunakan sebagai bahan bangunan karena jumlahnya banyak tersedia di beberapa bagian dunia. Penggunaan tanah laterit sebagai bahan pengganti agregat halus dalam beton telah diteliti secara ekstensif [9].

2.3. Kapur

Kapur adalah batuan sedimen terutama terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk kalsit mineral. Batuan ini paling sering terbentuk di perairan laut yang dangkal. Ini biasanya merupakan batuan sedimen organik yang terbentuk dari akumulasi cangkang hewan, karang, alga dan puing-puing.

Batu kapur mengandung 98,9% kalsium karbonat (CaCO_3) dan 0,95% magnesium karbonat (MgCO_3). Batu kapur di alam jarang ada yang murni, karena umumnya mineral ini selalu terdapat partikel lecil kuarsa, feldspar, mineral lempung, pirit, siderite dan mineral lainnya. Daalam mineral batu kapur terdapat juga pengotor, terutama ion besi.

Batu kapur berwarna putih keabu-abuan dengan kekerasan 3,00 Mohs, berbutir halus hingga kasar dan mempunyai sifat mudah menyerap air serta mudah dihancurkan. Batu kapur juga mudah larut dalam asam. Batu kapur yang larut dalam asam akan menghasilkan gas karbon dioksida. Batu kapur akan menjadi semakin tidak larut dalam air dengan naiknya temperature. Adapun batu kapur lebih banyak digunakan dalam industri karena banyak terdapat di alam dan banyak manfaatnya, misanya dalam pembuatan kalsium klorida.

Sifat kimia (CaCO_3) antara lain tidak mudah terbakar dan bersifat stabil, dapat diperoleh secara alami dalam bentuk barang tambang berupa kapur. Oleh karena itu tidak akan terjadi reaksi mekanis saat dicampur dengan tanah laterit karena (CaCO_3) bersifat stabil.

2.4. Perbaikan Mekanis

Lapis pondasi (*base*), lapis pondasi-bawah (*subbase*) maupun lapis permukaan merupakan struktur yang terbentuk dari campuran material granuler. Bila struktur pembentuk perkerasan tersebut tahan terhadap gerakan ke arah lateral akibat baban lalu-lintas, maka struktur dinamakan stabil secara mekanis, umumnya terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil, batu pecah, *slag* dan sebagainya), agregat halus (abu batu, pasir dan sebagainya), lanau, lempung, yang dicampur dengan proporsi tertentu dan dipadatkan dengan baik. Penggunaan campuran material pada proporsi gradasi butiran yang optimal, disebut *stabilisasi mekanis*. Stabilisasi mekanis dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda guna memperoleh material yang lebih baik, sehingga memenuhi syarat kekuatan tertentu.

Dalam pembangunan perkerasan jalan, guna memenuhi syarat kestabilan mekanis, umumnya disyaratkan material harus mempunyai gradasi dan plastis tertentu. Kadang-kadang, material alam di sekitar lokasi proyek mungkin tidak memenuhi syarat, contohnya: material bergradasi seragam, kekurangan butiran halus atau bahkan kelebihan butiran halus dan sebagainya. Untuk ini, maka material tersebut perlu dilakukan

stabilisasi mekanis, yaitu dengan cara mencampur beberapa material yang mempunyai gradasi berbeda. Dalam stabilitas mekanis dengan cara mencampur dua atau lebih material, maka dibutuhkan distribusi ukuran butiran yang diinginkan dan distribusi ukuran butiran tanah yang akan dicampur.

2.5. Kuat Tekan

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan bekerja sama dengan Laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional, Abepura Jayapura dengan waktu penelitian selama tiga bulan. Dengan lokasi pengambilan sampel daerah Skyland-Jayapura dan Mindiptana-Merauke. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di Laboratorium berupa pengujian kuat tekan yang menggunakan tanah di stabilisasi dengan batu kapur dengan variasi campuran kadar kapur. Waktu penelitian selama kurang lebih 3 bulan yakni mulai bulan April – Juni 2016.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Universal Testing Machine kapasitas 1000 kN, Data logger dan satu set computer, mesin pencampur bahan (Mixer), cetakan bentuk silinder diameter 5 cm dan tinggi 10 cm, Varnier caliper (jangka sorong).

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine (Tokyo Testing Machine Inc.)* kapasitas 1000 kN yang disambungkan ke *Data Logger* serta satu set komputer. Proedur pengujian kuat tekan terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :

1. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 5,3 cm dan tinggi 10,6 cm yang telah mencapai umur uji diangkat dari perendaman, didiamkan beberapa saat hingga mencapai kondisi kering permukaan (SSD).
2. Menimbang benda uji yang telah mencapai kondisi SSD.
3. Letakkan benda uji pada *Universal Testing Machine (Tokyo Testing Machine Inc.)* kapasitas 1000 kN secara sentries.
4. Atur alat *Universal Testing Machine (UTM)* dengan kecepatan penurunan yang tetap (*constant strain*) yaitu 0,1 ft/min .
5. Jalankan *Universal Testing Machine (Tokyo Testing Machine Inc.)* kapasitas 1000 kN dan hasilnya tersimpan secara otomatis pada komputer.
6. Dalam melakukan pengujian ini dapat diperoleh hasil kuat tekan dan elastistas benda uji.

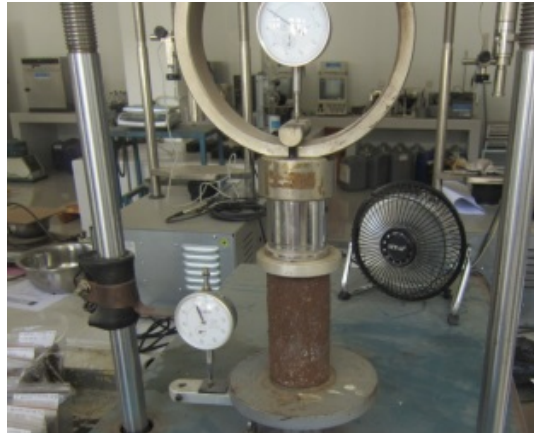
Adapun jumlah benda uji dalam percobaan ini adalah diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

Kapur lolos saringan	Kadar Campuran Kapur (%)	Lama diperam (hari)	Jumlah benda uji	Bentuk benda uji	Jenis pengujian
10	0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60	7	48	Silinder 50 mm x 100 mm	Kuat Tekan
40	0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60	7	48	Silinder 50 mm x 100 mm	Kuat Tekan
200	0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60	7	48	Silinder 50 mm x 100 mm	Kuat Tekan

3.4. Pengujian Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Pengujian kuat tekan pada dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) berkapasitas 1000 kN. Pengujian kuat tekan benda uji diperlihatkan pada Gambar 1. Pengujian kuat tekan menggunakan silinder berukuran 50 x 100 mm sebanyak 3 buah benda uji untuk setiap variasi. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan mengacu pada SNI 1974:2011



Gambar 1. Pengujian kuat tekan silinder

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Tanah Laterit

Hasil pengujian karakteristik tanah laterit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian karakteristik tanah laterit

No	Karakteristik Material	Hasil Pemeriksaan
1	Klasifikasi Tanah	A-7-6
2	Analisa saringan	> 30% lolos No.200
3	Batas-batas Atterberg	
	Batas cair (LL)	43,35 %
	Batas Plastis (PL)	27,25 %
	Indeks Plastisitas (PI)	16,25 %
4	Berat Jenis	2,57
	Kompaksi	
5	γ_{dry}	1,53 gr/cm ³
	W_{opt}	24,40%

Hasil pengujian analisa saringan menunjukkan tanah yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) lebih besar dari 76,03%, maka tanah dapat diklasifikasikan kedalam kelompok A-4; A-5; A-6; A-7. Batas cair (LL) = 46,10%; > 41% maka tanah tersebut masuk ke dalam kelompok A-5. Indeks pastisitas (PI) = 21,79 % maka masuk ke dalam kelompok A-5 (PI<10%) dan A-7 (PI>11%). Tanah tersebut dapat diklasifikasikan kedalam kelompok A-7-5 (PL>30%) dan A-7-6 (PL<30%). Dengan batas plastis (PL) = 24,31%; <30% maka tanah tersebut masuk kedalam kelompok A-7-6. Tanah laterit yang digunakan dalam penelitian ini berada pada kelompok A-7-6 dan termasuk klasifikasi tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Berdasarkan buku 7 Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan (Lapis Pondasi Tanah Kapur) Dirjen Bina Marga Tahun 2006 bahwa tanah yang digunakan untuk pondasi tanah yang distabilisasi dengan kapur adalah tanah yang tergolong sebagai tanah lempung dan termasuk tanah ekspansif. Dengan demikian tanah yang digunakan dalam penelitian ini harus distabilisasi dengan kapur.

4.2. Karakteristik Batu Kapur (CaCO₃)

Hasil pengujian karakteristik batu kapur (CaCO₃) diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian karakteristik batu kapur (CaCO₃)

No	Karakteristik Material	Hasil Pemeriksaan
1	Berat Jenis	2,614
2	Analisa Saringan	< 30% lolos No. 200

Dengan menggunakan metode pengujian berat jenis yang sama dengan pengujian tanah laterit, maka diperoleh nilai berat jenis batu kapur yaitu sebesar 2,614 dan hasil analisa saringan menunjukkan kurang dari 30% batu kapur yang lolos saringan no. 200. Berdasarkan buku 7 Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan (Lapis Pondasi Tanah Kapur) Dirjen Bina Marga Tahun 2006 bahwa tidak mensyaratkan kehalusan butir batu kapur dan batu kapur yang digunakan memenuhi spesifikasi Dirjen Bina Marga Tahun 2006.

4.3. Mix Design Campuran dalam 1 m³

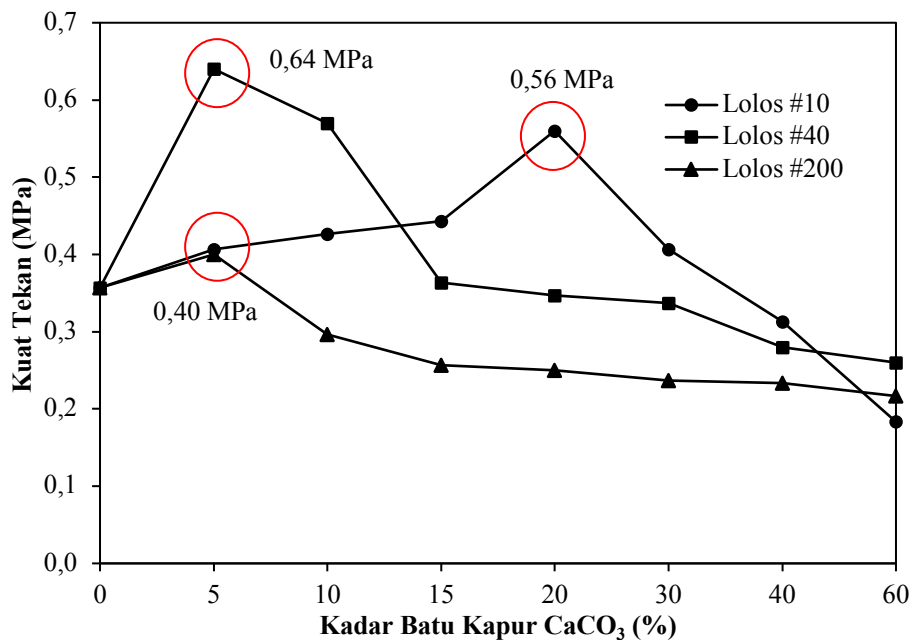
Rancangan campuran tanah laterit dengan kapur dengan variasi kadar kapur yang lolos saringan nomor 10, 40, dan 200. Tabel 4 memperlihatkan rancangan campuran tanah laterit dan kapur.

Tabel 4. Mix design campuran tanah laterit dan kapur

Mix design Tanah + Kapur	Material		
	Tanah (gr)	Kapur (gr)	Air (gr)
0%	457.5	0	57.46
5%	434.6	23.26	57.46
10%	411.7	46.53	57.46
15%	388.9	69.79	57.46
20%	366	93.08	57.46
30%	320.2	139.6	57.46
40%	274.5	186.1	57.46
60%	183.0	279.1	57.46

4.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan campuran tanah laterit dan batu kapur (CaCO₃) yang telah dilakukan diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengujian kuat tekan campuran tanah laterit dan batu kapur (CaCO₃)

Pada Gambar 2 merupakan hasil pengujian kuat tekan benda uji yang dicuring dengan cara benda uji dibungkus plastik dan di diamkan selama 7 hari. Terlihat bahwa kuat tekan maksimum untuk campuran tanah laterit dengan batu kapur yang lolos saringan #10 pada kadar batu kapur sebanyak 20% adalah sebesar 0,56 MPa, pada campuran tanah laterit dengan batu kapur yang lolos saringan #40 kuat tekan maksimum adalah pada kadar batu kapur sebanyak 5% yaitu sebesar 0,64 MPa dan untuk campuran tanah laterit dengan batu kapur yang lolos saringan #200 kuat tekan maksimum adalah pada kadar batu kapur sebanyak 5% yaitu sebesar 0,40 MPa.

Berdasarkan nilai kuat tekan maksimum dari campuran tanah laterit terhadap gradasi butiran maka diperoleh campuran yang terbaik dengan nilai kuat tekan maksimum yang terbesar yaitu pada campuran tanah laterit dengan batu kapur yang lolos saringan #40 sebanyak 5%. Hal ini berarti nilai kuat tekan maksimum yang terbesar dapat tercapai apabila gradasi butiran batu kapur tidak terlalu besar (kasar) dan tidak terlalu kecil (halus). Persyaratan kriteria kekuatan stabilisasi tanah dengan kapur harus sesuai dengan nilai kuat tekan untuk lapis pondasi atas berdasarkan buku 7 Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan (Lapis Pondasi Tanah Kapur) Dirjen Bina Marga Tahun 2006 adalah 2,2 MPa sehingga untuk semua gradasi butiran batu kapur (CaCO₃) tidak memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan oleh buku 7 Dirjen Bina Marga. Oleh karena itu, batu kapur (CaCO₃) tidak memiliki kemampuan mengikat yang baik sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menggunakan jenis kapur yang lain seperti kapur padam (CaOH₂) digunakan untuk membandingkan nilai kuat tekan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian campuran kapur (CaCO₃) dan tanah laterit, maka diperoleh kesimpulan bahwa :

Ditinjau dari nilai kuat tekan tanah asli daerah Skyland, Jayapura memiliki peningkatan 2,05% setelah ditambahkan kapur sebanyak 5%, sedangkan nilai kuat tekan benda uji daerah Mindiptana, Merauke mengalami peningkatan 8,27% setelah ditambahkan kapur sebanyak 5% dan dari nilai kuat tekan tanah asli daerah Skyland, Jayapura mengalami peningkatan pada pencampuran kadar kapur sebanyak 5% untuk kapur lolos saringan no.200, sedangkan nilai kuat tekan benda uji daerah Mindiptana, Merauke mengalami peningkatan pada pencampuran kadar kapur sebanyak 5% untuk kapur lolos saringan No.40.

DAFTAR PUSTAKA

- Asalim, E. (2011), Pembuatan Kalsium Klorida dari Batu Kapur dan Asam Klorida dengan Kapasitas Produksi 30.000ton/tahun, Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara
- Bowles, J.E. (1984), *Physical and Geotechnical Properties of Soils*, McGraw-Hill Book Company, USA
- Das, Braja M., Noor, E., dan Mochtar, I.B. (1994), *Mekanika Tanah Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja.M. (1995), *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid I, Erlangga. Jakarta.
- Didiek P., Suryadi HS. (1998), *Bahan Konstruksi Teknik*, Gunadarma Press, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2010), *Mekanika Tanah 1*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2010), *Stabilitas Tanah Untuk Perkerasan Jalan*, Gadjah Madah University Press, Yogyakarta.
- Jastrzebski, *Zbigniew D.* (1987). *The Nature and Properties of Engineering Materials*, third editon, John Willey and Son, Inc., New York.
- K. Muthusamy, N. W. Kamaruzaman, Mohamed A. Ismail, dan A. M. A. Budiea. (2015), *Durability Performance of Concrete Containing Laterite Aggregates*, *KSCE Journal of Civil Engineering*, November 2015, vol 19, issue 7, pp 2217-2224.
- Krebs, R.D. and Walker, R.D. (1971), *Highway Materials*, McGraw Hill Book Company, New York.
- M. Wihardi Tjaronge, a. m. Akkas, R. A. 2013. *Muhlis Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Material Pasir Dan Air Laut*
- Rollingss, M.P. and Rollingss JR, R.S. (1966), *Geotechnical Material in Construction*, McGraw-Hill, New York Washington, DC.
- Tjokrodimuljo, K. (1992), *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil FT UGM, Yogyakarta.
- Transportation Research Board (TRB) (1987), *State of The Art Report 5-Lime stabilization*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington.
- Yoder, E.J. and Witzczak, M.W., 1975, *Principles of Pavement Design*, 2-Edition, John Willey & Son, Inc. New York.

