

Pengaruh Penggunaan Tanah Laterit dan Kapur Padam Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolymer

Muh. Sayfullah.S

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Buton, Indonesia

E-Mail: muh.sayfullahs@gmail.com

| | | | |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| DOI: 10.38043/telsinas.v5i2.4128 | Received: 2022 Oktober 03 | Accepted: 2022 November 18 | Publish: 2022 November 25 |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|

ABSTRAK: In numerous locations of Indonesia, such as Papua, Sulawesi, and Kalimantan, there is an abundance of laterite soils, hence they have significant potential as construction materials. Geopolymer concrete and mortar have the potential to minimize the usage of Portland cement because their mechanical qualities are nearly identical to those of Portland cement-based concrete, which needs a considerable deal of energy to produce. This study examines the employment of fly ash and alkaline activators, specifically NaOH and Na₂SiO₃, as materials to bind lateritic soil by adding slaked lime in order to make concrete and geopolymer mortar with reduced oven use. The ratios of lateritic soil to quenched lime were 95%:5%, and 90%:10%, respectively. Flow tests conducted on fresh geopolymer mortar revealed that all ingredients were able to bond effectively and that no segregation occurred. The specimens were treated or dried in the laboratory without immersion for 3, 7, and 28 days (Laboratory Air Curing). The compressive strength test was analyzed in order to assess the geopolymer mortar's behavior. The test findings revealed that the compressive strength increased from 3 days to 7 days and 28 days. The test findings indicate that the compressive strength obtained at a ratio of 90% lateritic soil to 10% slaked lime is greater than the compressive strength obtained at a ratio of 95% lateritic soil to 5% slaked lime.

Keyword: Mortar Geopolymer; Abu Terbang; Na₂SiO₃; Kuat Tekan; NaOH;

I. PENDAHULUAN

Di beberapa wilayah Indonesia seperti Papua, Sulawesi, dan Kalimantan banyak terdapat tanah laterit sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Produksi semen menggunakan banyak energi, sehingga beton dan mortar geopolimer dapat digunakan sebagai pengganti semen Portland untuk menghemat energi. Sifat mekaniknya hampir sama dengan beton berbahan dasar semen portland. Setiap jenis tanah memiliki kebutuhan yang berbeda, sehingga perlu penanganan secara mekanis dan kimia dengan cara yang berbeda. Penanganan ini harus dilakukan dengan benar, karena jika tidak, reaksi kimia dan mekanik di dalam tanah dapat merusak struktur bangunan sipil.

Dalam rekayasa geoteknik, ada tiga jenis cara utama untuk memperbaiki tanah: metode mekanis, metode kimia, dan metode fisik. Metode mekanis didasarkan pada hal-hal seperti pemadatan dan konsolidasi, yang dilakukan dengan tangan. Secara kimia, bahan pengikat seperti semen, kapur, dan fly ash ditambahkan ke tanah. Ini mengubah sifat tanah dan membuatnya lebih kuat. Sedangkan cara fisik untuk memperkuat tanah adalah dengan menambahkan atau menyusun bahan seperti geotekstil pada lapisan tanah. Menambahkan kapur dan semen portland komposit pada tanah laterit yang banyak di wilayah Merauka Irian Indonesia untuk membuatnya bekerja lebih baik [1].

Kapur telah dikenal sebagai bahan penstabil tanah yang baik, terutama untuk tanah liat yang cenderung banyak mengembang dan menyusut serta tidak dapat menahan banyak beban. Karena kapur mengandung kation Ca²⁺, ia dapat membuat ikatan antar partikel menjadi lebih kuat, yang dapat menghentikannya dari pembengkakan dan membuat tanah menjadi lebih kuat. Dalam pengikat geopolimer yang terbuat dari abu layang, larutan alkali bereaksi dengan abu layang untuk membuat pengikat alumina-silika, meskipun ada semen yang ditambahkan. Agregat tersebut kemudian disatukan oleh pengikat geopolimer untuk membuat mortar atau beton. Kapur mati Ca(OH)₂ dapat ditambahkan ke mortar geopolimer atau campuran beton untuk membuatnya lebih kuat pada suhu normal (air curing). Penelitian [2] menunjukkan bahwa ketika ditambahkan 3% CaO dan 3% Ca(OH)₂ pada pasta

geopolimer yang telah berumur 7 hari, kuat tekan meningkat dari 11,8 MPa menjadi 22,8 MPa dan 29,2 MPa.

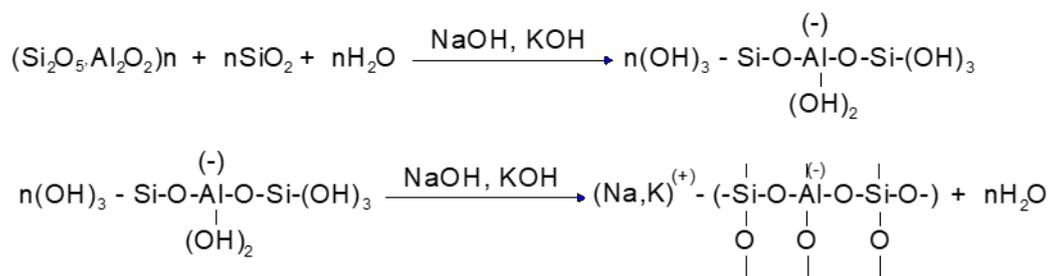
Setelah benda uji dibuat, salah satu langkah terpenting adalah menyembuhkan atau merawatnya. Perawatan atau perawatan biasanya dilakukan setelah bekisting dibuka untuk waktu yang ditentukan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sampel yang dibutuhkan untuk proses reaksi kimia masih dalam campuran. Curing juga dilakukan untuk memastikan bahwa reaksi hidrasi senyawasemen, termasuk aditif atau pengganti, dapat terjadi dengan sebaik mungkin dan untuk menghentikan penyusutan yang berlebihan, yang dapat menyebabkan retakan. Dalam penelitian ini, perendaman dalam air adalah satu-satunya perlakuan yang digunakan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa beton atau mortar geopolimer perlu dipanggang dalam oven pada suhu 35–80 °C selama 24 jam atau bahkan hingga 7 hari agar sekuat beton biasa. Saat Anda berada di lapangan, ini bisa sulit [3]. Yang bisa dilakukan adalah mengolah tanah laterit dengan cara khusus. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja suatu material adalah dengan mencampurkan slaked lime, fly ash, dan tanah laterit. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mencari cara mempercepat proses curing beton atau mortar geopolimer dalam oven. Salah satu caranya adalah dengan menambahkan kapur bakar. Karena kapur mengandung kation Ca^{2+} , ia dapat membuat ikatan antar partikel menjadi lebih kuat, yang dapat menghentikannya dari pembengkakan dan membuat tanah menjadi lebih kuat. Maka, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apa yang terjadi pada kuat tekan mortar geopolimer dengan tanah laterit ketika ditambahkan slaked lime.

II. LANDASAN TEORI

Geopolimer terbuat dari polimer anorganik yang dibuat menjadi rantai polimer tiga dimensi melalui reaksi kimia yang berlangsung di lingkungan basa. Struktur mikro dan sifat mekanik dari produk akhir geopolimerisasi bergantung pada bahan kimia dalam bahan sumber dan cairan alkalin [4]. Geopolimer adalah produk geosintetik yang disatukan oleh reaksi polimerisasi. Dalam ikatan polimerisasi, silika (Si) dan aluminium (Al) sangat penting. Geopolimer dianggap sebagai bahan yang ramah lingkungan karena membutuhkan lebih sedikit energi untuk membuat bahan baku geopolimer daripada membuat semen portland yang menghasilkan banyak CO_2 [5].

Penelitian telah menunjukkan bahwa abu terbang 100% dapat digunakan sebagai pengikat dengan mengaktifkannya dengan alkali aktivator, garam silikat, dan garam asam lemah yang tidak mengandung silikat [6]. Dalam proses geopolimer, oksida alumina-silikat (Si_2O_5 , Al_2O_2) dan alkali polisilikat melalui reaksi kimia yang membentuk ikatan polimer Si-O-Al. Kebanyakan polisilikat dibuat dari natrium atau kalium silikat yang berasal dari industri kimia atau bubuk silika halus yang berasal dari proses pembuatan ferrosilikon. Cara alkali mengubah rantai polimer menjadi poli (sialat-silokso) sama dengan reaksi kimia yaitu:



Geopolimer adalah salah satu bahan yang dapat dibuat dari alumina dan silika, serta memiliki ikatan yang kuat. Pengikat geopolimer mendapatkan silika dan aluminium dari hal-hal seperti abu terbang atau metakolin yang bereaksi dengan alkali. Dalam pengikat geopolimer yang terbuat dari fly ash, larutan alkali bereaksi dengan fly ash untuk membuat pengikat alumina-silika yang tidak membutuhkan semen. Agregat tersebut kemudian disatukan oleh pengikat geopolimer untuk membuat mortar atau beton [7].

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, geopolimer memiliki kekuatan awal yang tinggi, penyusutan yang rendah, ketahanan terhadap sulfat, korosi, asam, api, dan reaksi agregat alkali yang aman.

Tanah terdiri dari butiran mineral padat yang terikat secara kimia satu sama lain dan partikel padat dari bahan organik yang membusuk, bersama dengan cairan dan gas yang mengisi ruang antara partikel padat. Tanah terdiri dari mineral, benda mati dan hidup, dan endapan lepas yang duduk di batuan dasar [8].

III. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan studi eksperimental dan kajian literatur baik dari jurnal nasional maupun internasional.

Metode Penelitian dan Variasi Benda Uji

Metode penelitian ini dilakukan adalah melalui percobaan di laboratorium. Campuran mortar geopolimer yang terbuat dari bahan lokal yang terdapat di sekitar area kampus fakultas Teknik Gowa seperti tanah laterit, fly ash berasal dari Kab. Jeneponto, kapur (CaOH_2), aktivator basa berupa NaOH (natrium hidroksida), dan Na_2SiO_3 (natrium silikat) berasal dari took sekitaran Kab. Gowa. Kemudian lakukan uji kuat tekan. Sebanyak 30 sampel dibuat di laboratorium dengan tanah laterit dan kapur padam dalam jumlah yang berbeda. Rasio yang digunakan adalah 95% :5% dan 90% :10% , dengan konsentrasi NaOH 12 M dan rasio aktivator basa 1,5.



(a) Lokasi tanah laterit

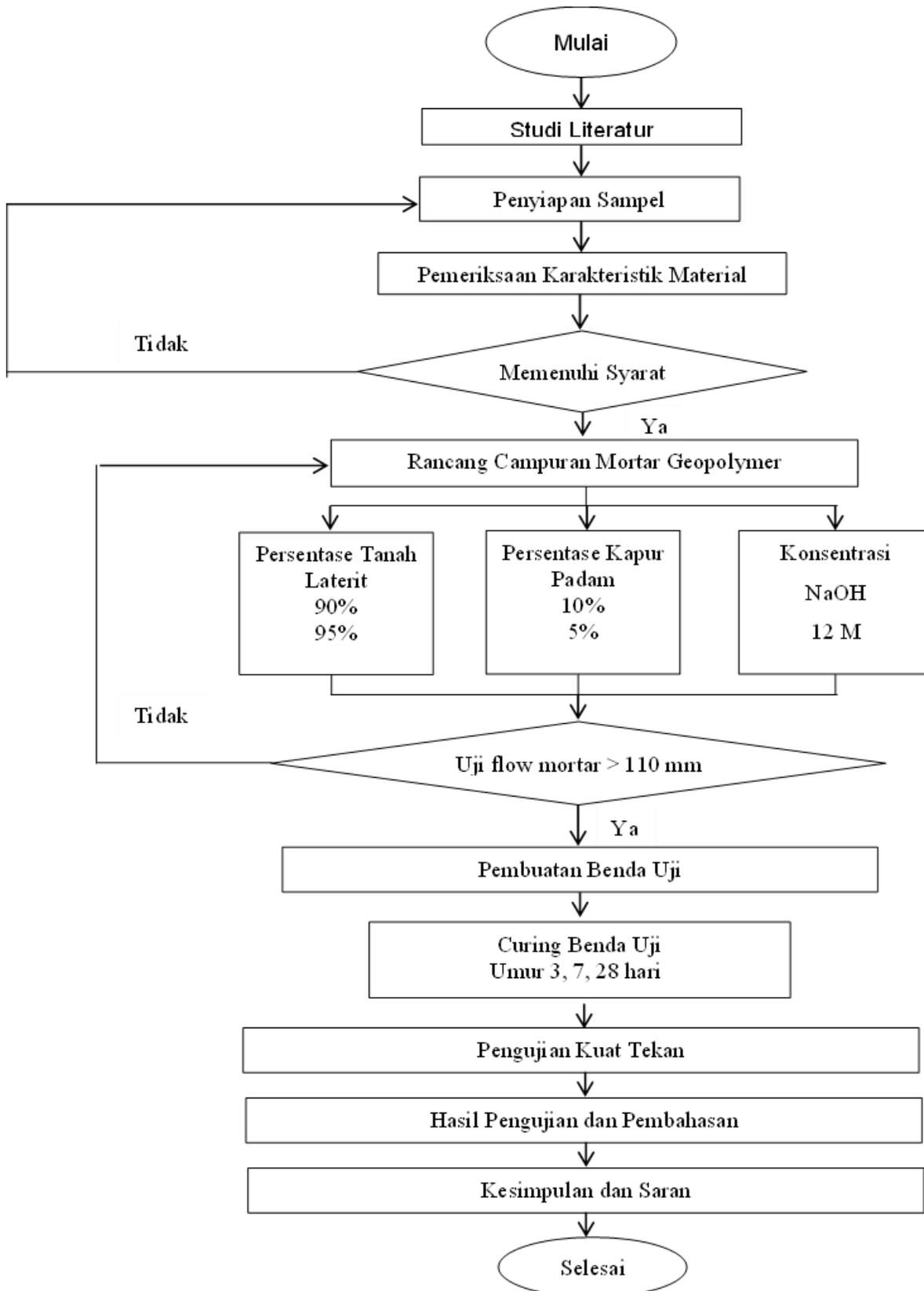


(b) Lokasi Fly Ash

Gambar 1. Lokasi pengambilan material



Gambar 2. Pengujian Material



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

IV. PEMBAHASAN

Rancang Campuran Mortar Geopolymer

Komposisi rancang campuran mortar geopolymer menggunakan variasi molaritas NaOH sebesar 12 M dan masing-masing umur terdapat 5 buah sampel yaitu 5 pengujian umur 3 hari, 5 buah pengujian umur 7 hari dan 5 buah pengujian umur 28 hari, dapat dilihat pada Tabel 1. Setelah dikeluarkan dari cetakan kubus 5 x 5 x 5 cm, benda uji mortar geopolymer kemudian di curing didalam ruangan laboratorium (terlindung) hingga umur 3, 7 dan 28 hari.

Tabel 1. Komposisi campuran mortar geopolymer untuk 30 buah (5x5x5 cm kubus)

| Rasio Alkali Aktivator Na ₂ SiO ₃ / NaOH | Perbandingan | | NaOH (gr) | Na ₂ SiO ₃ (gr) | Abu Terbang (gr) | Tanah Laterit (gr) | Kapur Padam (gr) | Air (gr) |
|--|------------------|----------------|--------------|--|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------|
| | Tanah Laterit | Kapur Padam | | | | | | |
| 1.5 | 95 % | 5 % | 336 | 504 | 600 | 1140 | 60 | 700 |
| | 90 % | 10 % | | | | | | |

Kuat Tekan Mortar Geopolymer

Tabel 2. memperlihatkan tabel nilai kuat tekan pada masing-masing umur perawatan yaitu 3, 7 dan 28 hari. Peningkatan kuat tekan pada umur 3 hingga 28 hari. Pada penggunaan 95% tanah laterit dan 5% kapur padam pada umur 3 memiliki nilai kuat tekan 1.338 MPa dengan presentase sebesar 20.90%, pada umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan 2.392 MPa dengan presentase sebesar 37.38% dan pada umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan 6.399 MPa dengan presentase sebesar 100.00%. Sedangkan pada penggunaan 90% tanah laterit dan 10% kapur padam pada umur 3 memiliki nilai kuat tekan 1.418 MPa dengan presentase sebesar 21.07%, pada umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan 2.609 MPa dengan presentase sebesar 38.77% dan pada umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan 6.729 MPa dengan presentase sebesar 100.00%.

Tabel 2. Nilai kuat tekan pada masing-masing benda uji berdasarkan umur

| Perbandingan Tanah Laterit : Kapur Padam | 95% : 5% | | | 90% : 10% | | |
|--|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | Umur (Hari) | 3 | 7 | 28 | 3 | 7 |
| Kuat Tekan (MPa) | 1.338 | 2.392 | 6.399 | 1.418 | 2.609 | 6.729 |
| Presentasi % | 20.90 | 37.38 | 100 | 21.07 | 38.77 | 100 |



(a) Penggunaan 95% : 5% tanah laterit dan kapur padam



(b) Penggunaan 90% : 10% tanah laterit dan kapur padam

Gambar 4. Presentase perbandingan penggunaan tanah laterit dan kapur padam

Abu terbang terdiri dari unsur-unsur seperti Silika Oksida (SiO_2) sebesar 34,63 persen, Aluminium Oksida (Al_2O_3) sebesar 19,16 % Besi Oksida (Fe_2O_3) sebesar 19,96 %, dan Kalium Oksida (CaO) sebesar 12,74 %. Menggunakan ASTM C618-05 sebagai pedoman, fly ash dimasukkan ke dalam tiga kelompok yaitu kelas N, kelas F, dan kelas C. Fly ash kelas F yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan Potassium Oxide (CaO) sebesar 12,74%. Jumlah CaO dalam fly ash kelas F juga kurang dari 20% [2]

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan semakin meningkat seiring bertambahnya umur benda uji. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan kapur pada tanah yang telah distabilisasi dapat membuatnya bekerja lebih baik, sehingga memiliki sifat tanah yang lebih baik atau daya dukung yang lebih ti

nggi dari daya dukung tanah semula. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa menambahkan kapur ke tanah yang stabil dapat membuatnya bekerja lebih baik dan lebih tahan lama. Artinya sifat atau daya dukung tanah dapat lebih baik dari daya dukung semula [9], [10], [11], [12].

Hasil pengujian mortar geopolymer yang mengandung tanah laterit dan kapur padam pada curing dalam ruangan (terlindung) mengalami peningkatan kuat tekan pada umur 3 hingga 28 hari. Seiring dengan penambahan nilai presentasi penggunaan kapur padam menghasilkan nilai kuat tekan yang meningkat. Oleh karena itu selain umur curing, variasi tanah laterit dan kapur padam juga mempengaruhi nilai kuat tekan mortar geopolymer.

V. KESIMPULAN

Penambahan Na_2SiO_3 pada 5% dan 10% kapur padam dari tanah laterit dan larutan basa NaOH membuat bahan pengikat yang membuat campuran tanah laterit geopolimer fly ash menjadi lebih kuat. Nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh presentase 5% kapur padam yaitu 1.338 MPa pada umur 3 hari, 2.392 Mpa pada umur 7 hari dan 6.339 MPa pada umur 28 hari. Sedangkan Nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh presentase 10 % kapur padam yaitu 1.418 MPa pada umur 3 hari, 2.609 MPa pada umur 7 hari dan 6.729 MPa pada umur 28 hari. Dengan penambahan persentase penggunaan kapur padam yaitu 5% dan 10% maka nilai kuat tekannya meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. T. & R. M. Todingrara T.T., Tjaronge M.W., "Performance of laterite soil stabilized with lime and cement as a road foundation," *Int. J. Appl. Eng.*, vol. 12, hal. 4699–4707, 2017.
- [2] R. A. V. & M. K. J. D. Temuujin J., "Preparation and Characterisation of Fly Ash Based Geopolymer Mortars," *Constr. Build. Mater.*, hal. 24 : 1906-1910, 2010.
- [3] Nurul Latifah Khoiriyah, "KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER DENGAN PERAWATAN OVEN PADA BERBAGAI VARIASI WAKTU CURING," *Politeknologi*, vol. 15, no. 1, 2016.
- [4] P. dan P. K. S. Nath, "Flexural Strength and Elastic Modulus of Ambient-Cured Blended Low-Calcium Fly Ash Geopolymer Concrete," *Constr. Build. Mater.*, 2016.
- [5] dkk Pan, Zhu, "The Mechanism for Strength Gain or Loss of Geopolymer Mortar After Exposure to Elevated Temperature. *J Mater Sci* 44 : 1873 -1880.," 2009.
- [6] dkk Law, David W., "Long Term Durability Properties of Class F Fly Ash Geopolymer Concrete," *Mater. Struct.*, no. 48, hal. 721–73, 2015.
- [7] P. dan P. K. S. Nath, "Bond Strength of Reinforcing Steel Embedded in Fly Ash-Based Geopolymer Concrete.," *Mater. Struct.*, vol. 44, hal. 1021–1030, 2011.
- [8] H. C. Hardiyatmo, *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan. In Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta. Universitas Gajah Mada, 2010.
- [9] Dash S.K., "Lime Stabilization of Soils: Reappraisal," *J. rials iofl Eng.*, vol. 2 Maten Ci, no. pp, hal. 707–714, 2012.
- [10] M. A. & E. A. Latifi N., "Analysis of strength development in non-traditional liquid additive-stabilized laterite soil from macro and micro," *Struct. considerations, Env. Earth*, hal. Sci 73:1133–1141, 2015.
- [11] C. J. A. H. & H. K. . Consoli N.C., Prietto P.D.M., "Behavior of Compacted Soil-Fly Ash-Carbide Lime Mixtures," *J. Geotech. Geoenvironmental Eng.*, hal. 774–782, 2001.
- [12] F. M. P. F. & C. C. A. B. Portelinha F.H.M., Lima D.C., "Modification of a Lateritic Soil with Lime and Cement," *An Econ. Altern. Flex. Pavement Layers, Soils Rocks, São Paulo*, hal. 35(1): 51-63, 2012.