

**Dr. Ir. Marthen Matasik Tangkeallo, S.T., M.T.**



**KAPASITAS DUKUNG**

# **TANAH LATERIT**

**Editor :**

**Darmawan Edi Winoto, S.Pd., M.Pd.**

# KAPASITAS DUKUNG **TANAH LATERIT**

**MARTHEN MATASIK TANGKEALLO**, Penulis Lahir di Toraja pada 20 Mei 1969.

Saat ini penulis bekerja sebagai Staf Pengajar Teknik Sipil Universitas Sintuwu Maroso (UNSIMAR) Poso, sebagai Dekan Fakultas Teknik Periode I 2012-2016, Periode Dekan II 2023-2027 dan sekaligus saat ini juga sekaligus sebagai Direktur Pascasarjana Universitas Sintuwu Maroso.

Riwayat pendidikan penulis sebagai berikut SD Negeri 46 Pangli Toraja, Lulus Tahun 1983. SMP Negeri Palangi Toraja, Lulus Tahun 1986, SMA Negeri Pangli Toraja, Lulus Tahun 1989, Sarjana S1 Teknik Sipil, UKIP Makassar, Lulus Tahun 1996. Magister S2 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Makassar, Lulus Tahun 2010. Program Doktor S3 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, lulus Tahun 2020.

Publikasi Internasional penulis antara lain :

1. Marthen M.Tangkeallo, Lawalenna Samang , A.R.Djamaluddin dan Acmmhad Bakri Muhiddin, Experimental Study on Caposity of Laterite Soil Stabilization using Zeolite Activated by Waterglass and geogrid Reinforcement as Base Course, Journal of Engineering and Applid Sciences (JEAS), Vol.15 issue 6, page No 1496-1501 ISSN: 1816-949X, Medwell Journal, Index Scopus 2020.
2. Marthen M.Tangkeallo, Lawalenna Samang , A.R.Djamaluddin dan Acmmhad Bakri Muhiddin, Experimental Study of Laterit Stabilized With Zeolit Proceedings The 4" International Symposium on Insfrastructure Development (ISID) Manado 2018.

Publikasi Nasional penulis antara lain :

1. Marthen M.Tangkeallo, Lawalenna Samang , A.R.Djamaluddin dan Acmmhad Bakri Muhiddin, Pengaruh Waktu Pemeraman dan Gradasi Zeolit Terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass Seminar Nasional Teknik Sipil IX 2019, ISSN : 2459-9727,UMS Surakarta 2019.
2. Marthen M.Tangkeallo, Lawalenna Samang , A.R.Djamaluddin dan Acmmhad Bakri Muhiddin, Pengaruh Gradasi Zeolit Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Laterit Aktivasi Waterglass Seminar Nasional Teknik Sipil IX 2019, Universitas Gunadarma ISBN : 978-602-0764-08-5 Jakarta 2019.



Anggota IKAPI  
No. 225/UTE/2021

0858 5343 1992

eurekamediaaksara@gmail.com

Jl. Banjaran RT.20 RW.10

Bojongsari - Purbalingga 53362



EC00202415995



# **KAPASITAS DUKUNG TANAH LATERIT**

Dr. Ir. Marthen Matasik Tangkeallo, S.T., M.T.



**PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA**

## **KAPASITAS DUKUNG TANAH LATERIT**

**Penulis** : Dr. Ir. Marthen Matasik Tangkeallo, S.T., M.T.

**Editor** : Darmawan Edi Winoto, S.Pd., M.Pd.

**Desain Sampul** : Eri Setiawan

**Tata Letak** : Salma Fathina Hanin

**ISBN** : 978-623-120-274-1

**No. HKI** : EC00202415995

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, FEBRUARI 2024**  
**ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH**  
**NO. 225/JTE/2021**

**Redaksi:**

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari  
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2024

**All right reserved**

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh  
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,  
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman  
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan buku ini. Penulisan buku merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang diberi judul "**Kapasitas Dukung Tanah Laterit**". Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Buku ini mencoba pembahasan mengenai cara meningkatkan daya dukung tanah pada perkerasan jalan yang di stabilisasi tanah dengan zeolite aktivasi waterglass sebagai pengganti material lapis pondasi atas dengan target nilai CBR>50%.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membala segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>BAB 2 PERMASALAHAN STRATEGIS INFRASTRUKTUR KONTRUKSI JALAN.....</b>	<b>6</b>
<b>BAB 3 UTILISASI ZEOLIT, WATERGLAS DAN GEOGRID SEBAGAI MATERIAL PERBAIKAN TANAH .....</b>	<b>8</b>
A. Bahan Stabilisasi Zeolit .....	8
B. Waterglass ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) Sebagai Bahan Aktivator .....	14
C. Perkuatan Geogrid Stabilisasi Tanah.....	18
D. Karakteristik Tanah Laterit.....	22
<b>BAB 4 PRINSIP SISTEM PERKERASAN JALAN DENGAN PERKUATAN GEOGRID.....</b>	<b>28</b>
A. Sistem Perkerasan Jalan .....	28
B. Lapisan permukaan.....	32
C. Lapis Pondasi Atas (Base Course).....	33
D. Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course) .....	34
E. Lapis Tanah Dasar (Subgrade) .....	34
<b>BAB 5 KARAKTERISTIK TANAH LATERIT DAN ZEOLIT ...</b>	<b>36</b>
A. Karakteristik Fisik dan Mekanis Material Tanah Laterit .....	36
B. Mikrostruktur Tanah Laterit dan Bahan Stabilisator ...	44
C. Kapasitas Dukung Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Dan Waterglass.....	49
D. Stabilisasi Pozzolan pada Tanah Laterit.....	72
E. Kinerja Tanah Laterit Stabilisasi Zeolite Aktivasi Sebagai Lapis Pondasi Atas Perkerasan Jalan.....	73
<b>GLOSARIUM.....</b>	<b>85</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>
<b>TENTANG PENULIS.....</b>	<b>95</b>

# BAB

# 1

## PENDAHULUAN

Tanah asli di bumi jarang sekali ditemukan langsung dalam keadaan mampu mendukung beban lalu lintas kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar, karena itu diperlukan sesuatu yang dapat melindungi tanah dasar dan mendukung lapisan perkerasan dari beban roda kendaraan yang disebut dengan lapisan pondasi jalan (*base dan sub-base*). Kebutuhan material pondasi jalan pada daerah tertentu sering menjadi masalah karena sulit diperoleh, mahal, dan jumlahnya terbatas. Salah satu cara untuk mengantisipasi hal tersebut adalah memanfaatkan material lokal dengan cara meningkatkan kinerja tanah atau memperbaiki sifat-sifat geoteknik tanah secara kimia agar tanah memenuhi syarat teknis tertentu.

Apabila dilihat dari sisi ketersediaan bahan/material untuk masing-masing lapis perkerasan memang sangat terbatas dan cenderung berkurang, baik dari sisi jumlah maupun kualitasnya. Sebagai contoh bahwa batu belah di era tahun 80-an berasal dari sungai, yang bersih dan keras, sedangkan saat batu belah yang diperoleh saat ini rata-rata berasal dari gempuran gunung atau hasil galian dari sawah. Sehingga batu pecah/ agregat yang dihasilkan cenderung kotor/ berdebu (lempung), sementara debu lempung sangat kuat daya lengketnya terhadap material batu pecah, bisa hilang hanya dengan dilakukan pencucian system mekanis. Dan yang lebih berbahaya lagi bahwa gumpalan lempung padat dapat membentuk butiran halus hingga kasar, setelah melewati mesin pemecah batu. Butiran inilah yang lebih cepat merusak perkerasan campuran aspal, terjadi lubang pada permukaan perkerasan

# BAB

# 2

## PERMASALAHAN STRATEGIS INFRASTRUKTUR KONTRUKSI JALAN

Jaringan jalan merupakan prasarana pembentuk struktur ruang wilayah dan distribusi. Penyediaan infrastruktur jalan sebagai bentuk pelayanan kepada pengguna jalan (*road user*) dan pemanfaat jalan (*road beneficiary*). Untuk dapat mendorong pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi apabila ketersediaan infrastruktur memadai, yang berarti dapat meningkatkan pendapatan perkapita masyarakat maka perlu percepatan pembangunan infrastruktur. Dalam setiap 1% pertumbuhan ekonomi akan mengakibatkan pertumbuhan lalu lintas sebesar 1,5% (Achyar, 2002; Tamin, 2007). Sehingga mengakibatkan perlunya keseimbangan antara upaya penyediaan infrastruktur yang memadai dan pertumbuhan lalu lintas.

Permasalahan infrastruktur jalan adalah rendahnya peringkat kualitas infrastruktur jalan (dimana Negara Indosesia peringkat 51 dari 144) negara berdasarkan Global Competitiveness Index 2016-2017. Dengan banyaknya pemakai lalu lintas barang dan jasa terhadap infrastruktur jalan sekitar 90% lalu lintas angkutan barang bertumpu pada jalan. dan 84% lalu lintas angkutan penumpang

Salah satu permasalahan utama pembangunan infrastuktur perkerasan jalan di Indonesia adalah mutu material konstruksi jalan yang kurang baik. Tidak semua wilayah di Indonesia memiliki tambang material dengan mutu baik. Bila mendatangkan material dari lokasi yang jauh maka akan ada biaya tambahan, minimal biaya angkut. Akibatnya terjadi pembengkakan biaya pelaksanaan proyek jalan. Sehingga untuk menekan biaya agar bisa

# BAB

# 3

## UTILISASI ZEOLIT, WATERGLAS DAN GEOGRID SEBAGAI MATERIAL PERBAIKAN TANAH

### A. Bahan Stabilisasi Zeolit

Zeolit merupakan mineral yang istimewa karena struktur kristalnya mudah diatur, sehingga dapat dimodifikasi sesuai dengan keperluan pemakai dan dapat digunakan untuk tujuan tertentu. Karena keistimewaannya itu zeolit dapat digunakan dalam berbagai kegiatan yang luas, seperti penukar ion, adsorben, dan katalisator. Akhir-akhir ini banyak ilmuwan yang melakukan kajian daur ulang limbah menjadi bahan baku untuk zeolit sintesis. Misalnya abu sekam padi, abu layang batu bara, abu dasar batu bara dan limbah padat rumah tangga telah direkayasa untuk menghasilkan zeolit sintesis

Zeolit telah dikenali selama lebih dari 200 tahun, namun baru pada pertengahan abad ke-20 mereka menarik perhatian para ilmuwan dan insinyur yang menunjukkan pentingnya teknologi mereka di beberapa bidang (Cincotti, Mameli, Locci, Orru, Cao, 2006). Sejarah zeolit dimulai pada tahun 1976 ketika ahli mineral asal Swedia Cronstedt menemukan mineral zeolit pertama. Dia menemukan zeolit sebagai mineral yang terdiri dari aluminosilikat terhidrasi dari alkali dan alkali tanah (Bekkum, Flanihen, Jansen, 1991). Zeolit adalah aluminosilikat kristalin dari unsur kelompok IA dan kelompok IIA seperti natrium, kalium, magnesium dan kalsium. Di Turki, terutama di kawasan Aegean tengah ada banyak jenis zeolit. Di beberapa sektor dan industri zeolit mulai digunakan pada tahun 90an di Turki. Dalam rencana pembangunan lima tahun dalam laporan pertambangan tahun 2001, Organisasi Perencanaan Negara

# BAB

# 4

## PRINSIP SISTEM PERKERASAN JALAN DENGAN PERKUATAN GEOGRID

### A. Sistem Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang biasanya dipakai dalam perkerasan jalan adalah batu pecah, batu belah, batu kali. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain semen, aspal dan tanah liat.

Fungsi utama dari perkerasan untuk menyebarluaskan beban roda ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar, yaitu pada tekanan dimana tanah dasar tidak mengalami deformasi (perubahan bentuk) berlebihan selama masa pelayanan perkerasan. Secara umum, fungsi perkerasan jalan adalah untuk memberikan struktur yang kuat dalam mendukung beban lalu lintas, memberikan permukaan rata bagi pengendara, memberikan kekesatan atau tahanan gelincir (*skid resistance*) di permukaan perkerasan dan mendistribusikan beban kendaraan ke tanah dasar secara memadai, sehingga tanah dasar terlindungi dari tekanan yang berlebihan serta untuk melindungi tanah dasar dari pengaruh buruk perubahan cuaca.

Beban kendaraan statis maupun yang berulang-ulang dapat menimbulkan kerusakan jalan. Beban kendaraan yang berulang ulang pada tempat yang sama pada lapis perkerasan jalan akan menyebabkan bahan perkerasan jalan tersebut menjadi lelah. Kelelahan bahan perkerasan aspal akan menurunkan modulus elastisitas dan kuat tariknya, sehingga

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C618-2012. Standar Specification for coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Usein Concrete.
- Achyar. 2002; Tamin. 2007. Kebijakan dan Straregi Pembangunan, Pengembangan Infrastruktur Jalan, *Jurnal Teknologi*, UTM, 15, 1990.
- Achmad Bakri Muhiddin, Marthen M. Tangkeallo. 2019. "Corelation of Unconfined Compressive Strength and California Bearing Ratio in Laterite Soil Stabilization Using Varied Zeolite Content Activated by Waterglass" The 8 International Conference on Material Science and Engineering Technology (ICMSET) October 19-21, 2019, Singapore
- Akimkhan, A. M. 2012. Structural and Ion-Exchange Properties of Natural Zeolite. Lisence in tech
- Amadi and A.O.Eberemu. 2012. Performance of Cement Kiln Dust in Stabilising Lateric Soil Contaminated with Organic Chemicals, Advanced Materials Research Vol.367(2012). Trans Tech Publications, Swizerland, pp 41-47
- Aminaton Marto, Nima Lativi, Human Suhaei. 2013. Stabilization of Laterite Soil using GKS Solil Stabilizer, EJGE Jounal, Volume 18, Bund. C., pp 521-532
- Amu, O.O., S.S, Babajide. 2011. Geotechnical Properties of Lateritic Soil Stabilized with Sugarcane Straw Ash, Amirican Journal of Scientific and Industrial Research, ISSN: 2153-649X, pp3323-331
- Amu O.O, Oluwole F.B., dan Iyiola A.K. 2011. The Suitability and Lime Stabilization Requirement of Some Lateritic Soil Samples as Pavemen, Int. J. Pure Appl. Sci. Technol., 2(1), pp. 29-46
- Andriani, Yuliet R. Dan Rermandez F.L. 2012. Pengaruh Penggunaan Semen sebagai Bahan Stabilisasi pada tanah

Daerah Lampung Bukit terhadap Nilai CBR Tanah. Jurnal Rekayasa Sipil. Volume 8 No 1 Pebruari .ISSN: 1858-2133.pp.29-44

Andreas Dharmawan Huri, Kristian Yulianto Sri Prabandiani RW, Siti Hardiyati. 2015. Stabilisasi Tanah Dengan Fly Ash Dan Semen Untuk Badan Jalan PLTU Asam-Asam

Anhar, Rangga, Hamdhan, Indra Noer. 2016. Pengaruh Floating Stone Column Dalam Perbaikan Tanah Pada Tanah Lempung Lunak Menggunakan Metode Elemen

A.R. Djmaluddin, Marthen M. Tangkeallo. 2019. "Experimental Study Unconfined Compressive Strength Laterite Soil Stabilization Using Zeolite Activated by Waterglass". The 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE) Bali, Indonesia August 2019

Anonim, Badan Pusat Statistik. 2002. Data Produksi dan Konsumsi Zeolit

Bekkum H., Flanihen E.M., Jansen J.C. 1991. Introduction to Zeolite Science and Practice, 1st Edition, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1991

Bennett, C.R. 2007. "Pavement Data Collection Technologies", The World Bank, Tokyo

Makasa. 2004. "Utilisation and improvement of lateritic gravels in road bases", International Institute for Aerospace survey and Earth Sciences, Delft

Breck, D. W. 1974. "Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry and Use", Wiley, New York

Bretyndah Kezia Lumikis, S. Monintja, S. Balamba, A.N. Sarajar. 2013. Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai Cbr Pada Tanah Ekspansif Dengan Bahan Campuran Semen,

Bogdanov, B., D. Georgiev., K. Angelova, and Y. Hristov. 2009. Synthetic Zeolites and Their Industrial and Environmental Applications Review. International Science conference. Volume IV Natural & Mathematical science.

- Charman, J.H. 1988. Laterie in Road Pavement. London Constructoin Industry Research and Information Association Special Publication 47, CIRIA, London
- Desiana S, Danar Susilo Wijayanto, Budi Harjanto. 2012. Pengaruh Variasi Waterglass Terhadap Kadar Air Dan Kadar Lempung Pada Pasir Cetak, NOSEL Vol. 1 No. 1, Juli 2012
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Teknik. 2009. Perencanaan Dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik. Pedoma Konstruksi dan Bangunan, No. 003/BM/2009
- Cakicioglu-Ozkan.F., Ulku.S. 2005. The Effect of HCl Treatment on Water Vapor Adsorption Characteristics of Clinoptilolite Rich Natural Zeolite, *Science Direct*, Vol. 77, pp. 47-53, 2005
- Carrol.R. G Jr. Walls J.G. and Haas R. .1987. Granular Base Reinforcement of flexible Pavements using Geogrids, Pro. Of the Geosynthetics '87 Conference IFAI, 1987, pp 46-57
- Cincotti. A., Mameli. A., Locci. A. M., Orru. R., Cao. G. 2006. Heavy Metals Uptake by Sardinian Natural Zeolites: Experiment and Modeling, *Ind. Eng. Chem. Res.*, Vol. 45, No. 3, pp. 1074-1084, 2006
- Departemen Jendral Bina Marga. 2006. Manual Kontruksi dan Bangunan Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan. Departemen Pekerjaan Umum buku 1 No.002-01/BM/2006
- Ekaputri, J.J., dan Triwulan. 2013. Sodium sebagai Aktivator Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 20 No 1.
- Febriani F, Maricar I.M, Sitepu F. 2017. Perilaku Kuat Tekan Tanah Laterit Dengan Stabilisasi Kapur Dan Semen, *jurnal Sipil Unhas* 2017
- Ghazali, Fachri. 2010. Pengaruh Penambahan Kapur Ca(OH)2 Pada Tanah Lempung (Clay) Terhadap Plastisitas Dan Nilai CBR Tanah Dasar (Pondasi) Perkerasan Jalan.
- Georgiev, D., B. Bogdanov., K. Angelova., I. Markovska., and Y. Hristov. 2009. Synthetic Zeolites -Structure, Clasification,

Current Trends in Zeolite Synthesis. International Science Conference. Stara Zagora.Bulgaria.

- G. Fookes. 1997. Tropical soils, ageological society engineering group working paerty revised report, The Geological socity, London.
- Gunes Demirbas. 2013. Thesis 'Stabilization of Expansive Soils Using Bigadic Zeolite (Boron By – Product' Middle East Technical University. Civil Engineering
- Hardiyatmo H.C. 2013. Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan Gadjah Mada University Press. UGM Yokyakarta.
- Harjanto, S. 1987. Lempung, Zeolite, Dolomit dan Magnesit, Sifat Fisik, Cara terjadi dan Penggunaannya.Publikasi Khusus, no 29, Direktorat Sumber Daya Mineral, hal 37-47
- Haryadi, H. 2002. Kajian Ekonomi Terhadap Prospek Pemanfaatan mineral kapur, Fospat dan Zolit pada sector Pertanian dan Pekebunan, Buletin Bahan Galian Industri, vol 6, no5, Pusat Peneliatian dan Pengembangan Teknologi, hal 1-12
- Herman. 2013. Abu Batubara PLTU Sijantang Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung
- Hermawan M.I, AfrianiL,Iswan. 2015. Korelasi Kuat Tekan bebas dengan kuat geser langsung pada tanah Lempung yang dicampur dengan Zeolit. JRSDD.Vol.3.No.1
- Imam Aschuri, MSc, MIHT, ITN. 2014. Perbaikan Tanah Ekspansif (Expansive Soil) Dengan Menggunakan Garam Anorganik (Studi Kasus: Tanah Cikampek)
- Igbal, dkk. 2015. Korelasi Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung yang dicampur dengan Zeolit. JRSDD, Edisi Maret 2015, Vol. 3, No. 1, Hal:103 – 116 (ISSN:2303-0011)
- John Tri Hatmoko, Yohannes Lulie. 2013. Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur
- Kartawa W. Kusumuh, D.K. 2006. Potensi Zeolit di Daerah Sangkaropi-Mendila, Tana Toraja, Sulawesi Selatan, Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral

Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017. Manual Desain Perkerasan Jalan (Revisi 2017) Nomor 02/M/BM/2017.

Kusdarto, Potensi Zeolit di Indonesia. 2008. Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral

Klaus, Schwab. 2017. The Global Competitiveness indeks 2016–2017, World Economic Forum, Columbia University

Kiran.S. P, A.N Ramakrishna, Shrinivas.H. R. 2014. Stabilization of Lateritic Soil by using Sugarcane Straw Ash and Cement, Journal of Civil Engineering Technology and Research Volume 2, Number 1 (2014), pp.615-620.

Laosiripojana, N., T. Klamrassamee., and P. Pavasant. 2010. Synthesis of Zeolite from Coal Fly Ash: its Application as Water Sorbent. J. Engineering.14. ISSUE 1 ISSN 0125-8281

Liet Chi Dang, Behzad Fatahi, and Hadi Khabbaz. 2016. Behaviour of Expansive Soils Stabilized with Hydrated Lime and Bagasse Fibres, Procedia Engineering

Leema Peter, P K Jayasree, K Balan, Alaka Raj S. 2014. Laboratory Investigation In The Improvement Of Subgrade Characteristics Of Expansive Soil Stabilised With Coir Waste, Transportation Research Procedia, Volume 17, 2016, Pages 558-566

Lenny M. E, Dewi F, Irma Y. 2004. Zeolit Alam Cikanra Tasikmalaya, Jurnal Zeolit Indonesia Vol. 3 No.2. ISSN:1411-6723

Lestari, D. Y. 2010. Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai Negara. Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia

Liu Yangshen, et. al. 2004. Properties of Bentonite enhanced Loess and Laterite, Chinese Journal Chemical Engineering, 12-1, pp 37-41.

- Mockovčiakova', A., M. Matik., Z. Orolí'nová', P. Hudec., and E. Kmecova. 2007. Structural characteristics of modified natural zeolite. *J. Porous Mater.* DOI 10.100710934-007-9133-3
- Nafisah Al-Huda, Kabul Basah Suryolelono. 2014. Perilaku Tanah Dasar Fondasi Embankment dengan Perkuatan Geogrid dan Drainase Vertikal, *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, ISSN 0853-2982. Vol. 21 No. 1 April 2014
- Ninik Ariyani Prilani Dwi Wahyuni. 2009. Perbaikan Tanah Lempung Dari Grobogan Purwodadi Dengan Campuran Semen Dan Abu Sekam Padi
- Nurhadi. 2004. Hubungan Variasi Kadar Waterglass dalam Cetakan Pasir Silika terhadap Sikap Mekanik pada Proses Pengecoran Besi Cor Kelabu. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Nurly Gofar Dan Bakrie Oemar. 1990. Pengaruh Variasi Rasio D/B Dan Lebar Pondasi Dengan Dua Lapis Perkuatan Geogrid Tipe Biaksial Dan  $U/B = 0,5$  Terhadap Daya Dukung Tanah Pasir Dengan Pondasi Menerus, [sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/article/](http://sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/article/)
- Pretty Prescilia Takaendengan S. Monintja, J. H. Ticoh, J. R. Sumampouw. 2011. Pengaruh Stabilisasi Semen Terhadap Swelling Lempung Ekspansif.
- Rannu, Tandi. 2016. Stabilisasi Pozzoland Untuk Tanah Laterit, Universitas Hasanuddin
- Sera Desiana, Danar S. W, Budi H. 2012. Pengaruh Variasi Waterglass Terhadap Kadar Air Dan Kadar Lempung Pada Pasir Cetak, NOSEL Vol. 1 No. 1, Juli 2012
- Sree Danya, Ajhita A.R, E.Y. Sheela. 2010. Study on Amended Soil Liner Using Lateritic Soil, Indian Geotechnical Conference – 2010, GEOTrendz December 16–18, 2010 IGS Mumbai Chapter & IIT Bombay, pp 381-284.
- Sunardi dan Abdullah. 2007. Konversi Abu Layang Batu Bara Menjadi Zeolit dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Merkuri (II). *Sains dan Terapan Kimia*.1(1). pp.1 -10

Subagjo. 1993. Zeolit: Struktur dan Sifat-sifat. Warta Insinyur Kimia 3(7).

Sunaryo Mulyo, Herman Parung, Rudy Djamaluddin, Ahmad Bakri Muhidin. 2015. Experimental Study on Precast Buton Asphalt Pavement Panel Strengthened with Geogrid, International Journal of Engineering and Science Applications, ISSN: 2406-9833 IJEScA vol. 2, 2015 191

Sutikno, Budi Damianto. 2010. Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Penambahan Kapur (Lime) Aplikasi Pada Pekerjaan Timbunan

T.W. Lambe and V.R. Whitman. 1979. Soil mechaniscs, SI version, Jhon Wiley and Sonsinc., New York

Tardy, Yves. 1997. Petrology of laterites and Tropical soils. ISBN90-5410-678-6. Retrieved April 17, 2010

Tangkeallo.M.M, Samang L, Djmaluddin A.R. and Muhiddin.A. B. 2018. "Experimental Study of Laterite Soil Stabilized with Zeolite" The 4<sup>th</sup> International Symposium on infrastruktur Development. Manado Indonesia October 12, 2018

Tangkeallo.M.M, Samang L, Djmaluddin A.R. and Muhiddin.A.B. 2019. "Pengaruh Gradasi Zeolit Dan Waktu Pemeraman Terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass, Seminar Nasional Universitas Gunadarma Jakarta Maret 2019

Tangkeallo.M.M, Samang L, Djmaluddin A.R. And Muhiddin.A.B. 2019. "Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass" Seminar Nasional Teknik Sipil Ke IX April 2019

Tri Hariyanto, Marthen Mtangkeallo. 2019. "Curing Time Effect on CBR Value of Laterite Soil Stabilization Using Zeolite Activated by Waterglass" The 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE) Bali, Indonesia August 2019

- Torus. 2012. Penyebaran tanah Laterit di Indonesia,  
<http://allaboutpertanian.blogspot.com>
- Widodo Sri, dkk. 2012. "Potensi Geosintetik Sebagai Perkuatan Lapis Perkerasan Lentur Jalan Raya" Universitas Diponegoro, Semarang
- Yunaefi. 2013. Pengujian Kinerja Bahan "Eco-Cure" Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Untuk Lapisan Sub-Base Perkerasan Jalan
- Yinusa A. Jimoh, et.al. 2014. An Evaluation of the Influence of Corn Cob Ash on the Strength Parameters of Lateritic Soils, Civil and Environmental Research ISSN 2224-5790 (Paper) ISSN 2225-0514 (Online) Vol.6, No.5, 2014
- Zubair Saing, Lawalenna Samang, Tri Harianto and Johannes Patanduk. 2017. "Study on Characteristic of Laterite Soil with Lime Stabilization as a Road Foundation" International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 14 (2017) pp. 4687-4693

## TENTANG PENULIS

### Dr. Ir. Marthen Matasik Tangkeallo, S.T., M.T.



Marthen Matasik Tangkeallo, Penulis Lahir di Toraja pada 20 Mei 1969. Saat ini penulis bekerja sebagai Staf Pengajar Teknik Sipil Universitas Sintuwu Maroso (UNSIMAR) Poso, sebagai Dekan Fakultas Teknik Periode I 2012-2016, Periode Dekan II 2023-2027 dan sekaligus saat ini juga sebagai Direktur Pascasarjana Universitas Sintuwu Maroso

Riwayat pendidikan penulis sebagai berikut SD Negeri 46 Pangli Toraja, Lulus Tahun 1983. SMP Negeri Palangi Toraja , Lulus Tahun 1986, SMA Negeri Pangli Toraja, Lulus Tahun 1989, Sarjana S1 Teknik Sipil, UKIP Makassar, Lulus Tahun 1996. Magister S2 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Makassar, Lulus Tahun 2010. Program Doktor S3 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, lulus Tahun 2020. Mulai mengajar tahun 2000 pada Mata Kuliah Mekanika Tanah, Desain Pondasi, Perkuatan Lereng dan Geoteknik, Sering sebagai narasumber dalam seminar, juga aktif menulis buku diantaranya buku Dasar Stabilitas Tanah, Stabilitas Perkuatan Lereng dan aktif menulis Publikasi Internasional dan Publikasi Nasional

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan

: EC00202415995, 17 Februari 2024

**Pencipta**

Nama

: Dr. Ir. Marthen Matazik Tangkeallo, S.T., M.T

Alamat

: Jl. Tabatoki 189 Poso Provinsi Sulsel, Poso Kota Selatan, Poso, Sulawesi Tengah, 94619

Kewarganegaraan

: Indonesia

**Pemegang Hak Cipta**

Nama

: Dr. Ir. Marthen Matazik Tangkeallo, S.T., M.T

Alamat

: Jl. Tabatoki 189 Poso Provinsi Sulsel, Poso Kota Selatan, Poso, Sulawesi Tengah 94619

Kewarganegaraan

: Indonesia

Jenis Ciptaan

: Buku

Judul Ciptaan

: Kapasitas Dukung Tanah Lateral

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia

: 12 Februari 2024, di Purbalingga

Jangka waktu perlindungan

: Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan

: 000591366

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

u.b

Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto

NIP. 196412081991031002

**Disclaimer:**

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

