STABILISASI TANAH RAMAH LINGKUNGAN MENGGUNAKAN EGG SHELL POWDER

[1]G.Utomo, [1]A.M. Indriani, [1]N. Hidayat, [1]M. T. Rahman, [1]M. Ikhsan, [1]K.Fitri, [1]Indyra S. A.S., [1]J. C. F., [1]M. A. Akmal, [1]M. R. Langda', [1]A.Kunaivi, [1]C. H. Ivani
[1]Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Balikpapan

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji stabilisasi tanah lempung menggunakan campuran cangkang telur (Egg Shell Powder, ESP) dengan metode pengujian Unconfined Compressive Strength (UCT). Karakteristik fisis tanah asli menunjukkan kelemahan dalam daya dukung yang perlu ditingkatkan. Cangkang telur, dengan komposisi kimiawi yang kaya kalsium, diolah menjadi serbuk (ESP) dan dicampurkan ke dalam tanah lempung dengan variasi persentase. Pengujian pemadatan tanah menggunakan metode Standard Proctor mengungkapkan bahwa penambahan ESP meningkatkan nilai kepadatan kering maksimum (MDD) dan menurunkan kadar air optimum (OMC). Hasil pengujian UCT menunjukkan peningkatan signifikan pada kekuatan tekan bebas tanah dengan penambahan ESP. Penambahan 8% ESP memberikan hasil optimal dengan peningkatan kekuatan tekan bebas hingga 420.08 kg/cm² pada pemeraman hari ke-21. Studi ini menyimpulkan bahwa ESP efektif sebagai bahan stabilisasi dapat meningkatkan sifat mekanis tanah lempung.

Kata kunci: Stabilitas tanah, cangkang telur, UCT, tanah lempung

1. PENDAHULUAN

Stabilisasi tanah adalah proses penting dalam rekayasa geoteknik yang bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat tanah sehingga memenuhi persyaratan teknis untuk berbagai proyek konstruksi (Kusuma et al. 2022,Indriani et al, 2023). Tanah lempung, dengan sifat fisik dan mekanik yang kompleks, sering kali menjadi tantangan besar dalam proyek-proyek ini karena sifatnya yang kohesif, tingkat permeabilitas yang rendah, serta perubahan volume yang signifikan ketika terjadi perubahan kadar air (Ridwan & Roesyanto, n.d, Indriani, et al, 2022). Oleh karena itu, penelitian untuk menemukan metode stabilisasi tanah yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan sangat diperlukan(Indriani et al, 2023).

Penggunaan bahan aditif dalam stabilisasi tanah bukanlah hal baru(Indriani & Utomo, 2023). Berbagai bahan seperti semen, kapur, dan abu terbang telah lama digunakan untuk tujuan ini(Marini et al., 2021). Namun, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan dampak lingkungan dan keberlanjutan, penelitian mulai beralih ke bahan-bahan alami dan limbah yang dapat didaur ulang (Mindiastiwi et al, 2023). Salah satu bahan yang menarik perhatian adalah cangkang telur, yang merupakan limbah dari industri pangan (Harahap et al, 2023). Cangkang telur mengandung kalsium karbonat yang tinggi, yang dapat berfungsi sebagai bahan stabilisasi efektif ketika dicampurkan dengan tanah lempung (Maulana, 2021).

Indonesia, sebagai negara dengan konsumsi telur yang tinggi, menghasilkan limbah cangkang telur dalam jumlah besar setiap tahunnya. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat menimbulkan masalah lingkungan. Di Tempat pembuangan akhir sampah, setiap tahunnya ada 150.000 ton limbah cangkang telur dibuang yang dihasilkan dari berbagai kegiatan (Tiong et al., 2020). Padahal cangkang telur merupakan salah satu sumber kapur yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi pada tanah dengan terlebih dahulu merubahnya menjadi *Egg Shell Powder* (EPS). Menurut (Tiong et al., 2020) menyebutkan bahwa EPS dapat meningkatkan daya

dukung tanah jika ditambahkan pada komposisi yang sesuai. Bahkan penggunaan kapur yang berasal dari cangkang telur meningkatkan kuat tekan tanah lebih baik dari pada menggunakan kapur tohor(Consoli et al., 2020). Penelitian yang dilakukan oleh (Abdulrahman et al., 2023) menunjukkan bahwa penambahan ESP meningkatkan nilai UCS tanah lempung lunak hingga dua kali lipat.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah limbah cangkang telur dengan memanfaatkannya sebagai bahan stabilisasi tanah. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan teknik stabilisasi tanah, tetapi juga pada upaya pengelolaan limbah dan perlindungan lingkungan. Hasil penelitian diharapkan dapat menunjukkan bahwa penambahan ESP pada tanah lempung meningkatkan nilai kuat tekan bebas, menurunkan kadar air optimum, dan memperbaiki sifat-sifat fisik tanah lainnya. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan solusi yang praktis dan ramah lingkungan untuk masalah stabilisasi tanah lempung yang sering dihadapi dalam proyek konstruksi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat membuka peluang untuk pemanfaatan limbah cangkang telur dalam skala yang lebih besar, mengurangi dampak lingkungan, dan mendukung praktik-praktik pembangunan berkelanjutan.

2. Material dan Metode

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap utama. Pertama, dilakukan pengumpulan dan persiapan cangkang telur serta tanah lempung. Cangkang telur dikeringkan dan dihaluskan menjadi serbuk halus, sementara tanah lempung diuji untuk menentukan sifat-sifat fisiknya sebelum dilakukan pencampuran. Kedua, dilakukan proses pencampuran tanah lempung dengan variasi persentase ESP, serta penambahan air yang sesuai dengan nilai Atterberg. Ketiga, dilakukan pengujian UCT pada sampel tanah yang telah dicampur dengan ESP untuk mengukur perubahan sifat mekaniknya. Keempat, data hasil pengujian dianalisis untuk menentukan pengaruh penambahan ESP terhadap stabilitas tanah lempung.

(a) (b)

Gambar 1 (a) Cangkang telur
(b) Egg shell powder

Cangkang telur selanjutnya dibersihkan dan dijemur hingga kering. Lalu cangkang telur dihaluskan dengan cara penumbukan agar menjadi serbuk cangkang telur (ESP) yang lolos saringan nomor 200. ESP dicampurkan kedalam tanah dengan dibuat dalam 3 variasi komposisi untuk pengetahui pengaruh penambahan EPS terhadap peningkatan nilai UCS tanah asli. Variasi yang dibuat adalah 4%, 8% dan 12% terhadap berat tanah kering (MDD). Untuk menetahui pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai USC maka dalam penelitian ini sample yang telah dibuat diperam dengan masa peram selama 7 , 12, 21 dan 28 hari.

(a)

(b)

Gambar 2 (a) Sampel yang diperam
(b) Pengujian UCT

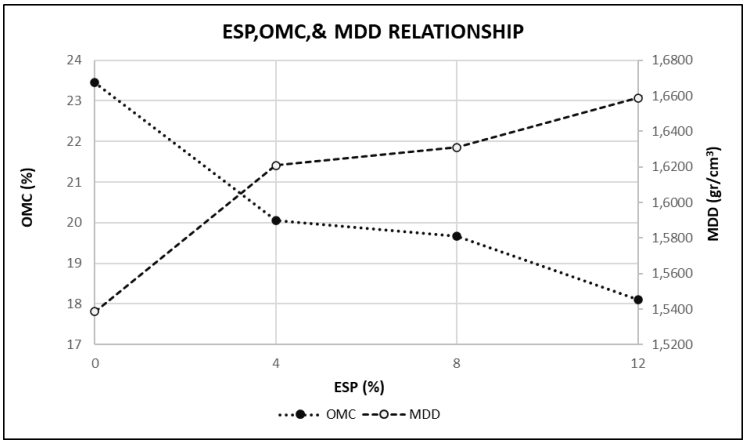
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil mengenai sifat – sifat fisis dari tanah yang diuji, didapatkan karakteristik tanah asli yang dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1 Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah Asli Dilaboratorium

Parameter Pengujian	**Hasil**
Natural Moisture Content NMC (%)	28.96
Specific Gravity (Gs)	2.614
Liquid Limit (%)	34.55
Plastis Limit (%)	20.65
Plastis Indeks (%)	13.90

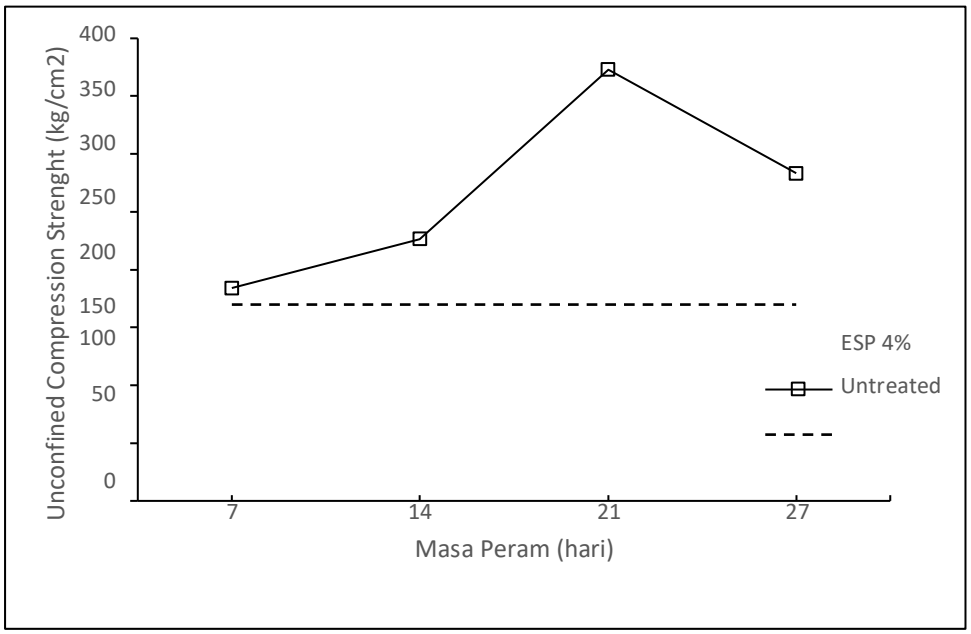
Hasil pengujian proktor menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap kadar air optimum (OMC) dan MDD seiring dengan penambahan ESP. Dimana semakin tinggi prosentase ESP yang ditambahkan nilai OMC mengalami penurunan dan berbanding terbalik dengan nilai MDD yang terus meningkat seiring penambahan ESP seperti ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3 Grafik Hubungan Pertambahan ESP dengan Kadar Air Optimum (%) dan Maksimum Dry Dentity (gr/cm^3) .

Penurunan nilai OMC ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Harikaran et al., 2023) dimana nilai plastisitas tanah terus mengalami penurunan seiring dengan penambahan persentase ESP hal ini disebabkan karena kation di permukaan tanah ditemukan digantikan oleh kalsium, hal ini pada akhirnya meningkatkan flokulasi dan agregasi sehingga tanah ekspansif yang diolah menjadi kurang plastis (Sathiparan, 2021).

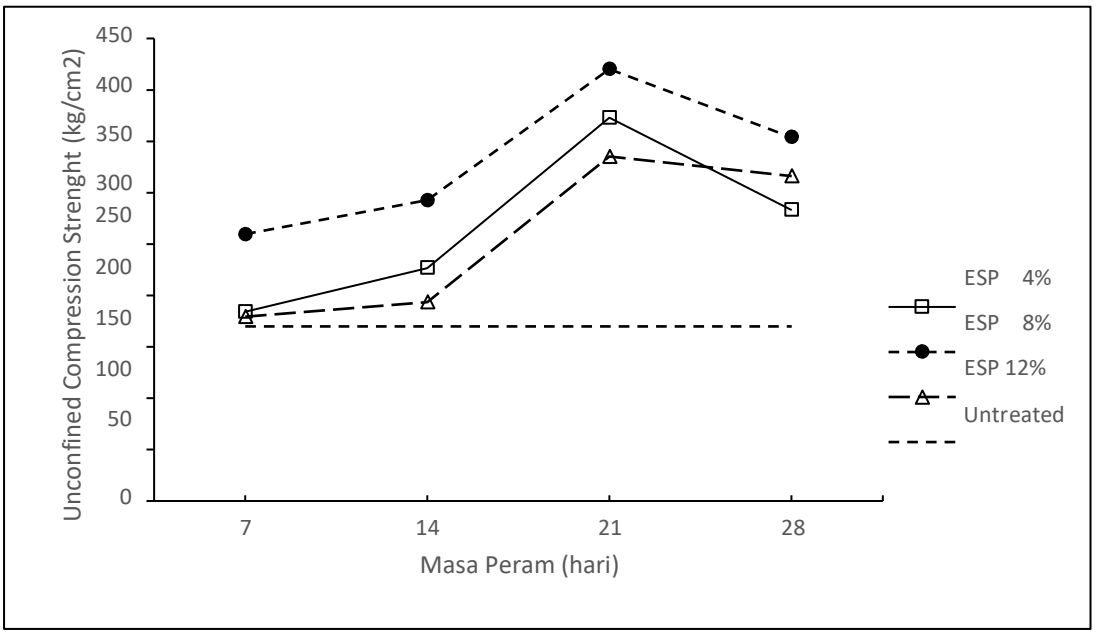
Hasil pengujian kuat tekan bebas penambahan cangkang telur sebanyak 4% menunjukkan bahwa terjadi pengkatan nilai UCS dibandingkan tanah asli seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan Nilai Kuat Tekan Bebas Terhadap Masa Peram Penambahan ESP 4%

Berdasarkan Gambar 4 dapat terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai UCS tanah dibandingkan dengan tanah asli. Pada masa peram 7 hari hingga 28 hari nilai UCS meningkat signifikan dibandingkan dengan tanah asli. Hal ini juga terjadi pada penambahan ESP 8% dan12% dimana terjadi peningkatan nilai UCS seiring penambahan masa peram seperti yang terlihat pada Gambar 5. Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa penambahan ESP dengan semua variasi yang di tambahkan meningkatkan nilai UCS dibandingkan dengan nilai UCS tanah asli dan terus meningkat seiring dengan penambahan masa peram. Dan peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan 8% ESP dengan masa peram 21 hari. Nilai UCS meningkat hingga dua kali lipat dari tanah asli. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Al-Safy, 2015)(Jaber et al., 2020) yang menunjukkan bahwa semakin lama masa peram maka kuat tekan juga semakin meningkat.

Tetapi dari 3 variasi yang digunakan penambahan 8% ESP memberikan peningkatan yang paling baik dibandingkan dengan variasi persentase yang lain. Pada penambahan ESP 12% justru menunjukkan peningkatan nilai UCS yang paling rendah hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Tiong yang menyatakan bahwa ESP dapat membantu meningkatkan nilai UCS dengan sangat baik jika persentasi yang ditambahkan berada pada kondisi yang optimum (Tiong et al., 2020) .



Gambar 6 Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan Bebas Untuk Tiap Variasi Campuran ESP

Tetapi dalam hasil percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini pada masa peram 28 hari kuat tekan semua sampel dari 3 variasi ESP yang ada mengalami penurunan kuat tekan. Dan penurunan yang terjadi cukup signifikan dibandingkan dengan nilai kuat tekan umur 21 hari hal ini terjadi karena pada umur 28 hari sampel terlihat sangat kaku dan rapuh sehingga ketika diberikan penekanan sampel cepat sekali runtuh. Hal ini terjadi karena pengurangan air yang signifikan setelah umur 28 hari sehingga sampel menjadi terlalu kaku. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh(Sathiparan, 2021) bahwa semakin tinggi prentase ESP kelenturan material juga semakin menurun dan penyerapan air juga semakin kecil.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan ESP pada semua variasi konsentrasi meningkatkan nilai UCS dibandingkan dengan tanah tanpa perlakuan (*untreated*) tetapi konsentrasi yang paling optimum adalah di 8% karena dapat meningkatkan hingga lebig dari dua kali lipat. Tetapi dari semua sampel yang dibuat mengalami penurunan kekuatan setelah di 28 hari masa perawatan hal ini terjadi karena sampel semakin kaku. Terhadap sifat fisik tanah juga mengalami perubahan dimana penambahan ESP menyebabkan peningkatan berat isi tanah kering dan mengurangi kadar air karena sifat tanah lempung yang mudah menyerap air akan ditutupi oleh ESP yang mengandung kalsium.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulrahman, S. M., Al-gharbawi, A. S. A., & Al-sultan, A. A. (2023). Effect of Engineering Properties of Soft Clay Soil Stabilized with Limestone, Eggshells Powder and Eggshells Ash. *Water and Environmental Sustainability*. https://doi.org/10.52293/wes.3.2.6875

Al-Safy, R. A. (2015). Experimental Investigation on Properties of Cement Mortar Incorporating Eggshell Powder. *Journal of Engineering and Development, 19*(06), 1999–8716. www.jead.org

Consoli, N. C., Caicedo, A. M. L., Beck Saldanha, R., Filho, H. C. S., & Acosta, C. J. M. (2020). Eggshell Produced Limes: Innovative Materials for Soil Stabilization. *Journal of Materials in Civil Engineering*, *32*(11), 1–7. https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0003418

Harahap, M. P. S., Nasution, D. W., Hastuty, I. P., Roesyanto, R., & Nuraliman, A. (2023). Pengaruh

Penambahan Abu Tandan Sawit dan 12% Serbuk Cangkang Telur Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Ditinjau Dari Nilai CBR dan UCT. *Blend Sains Jurnal Teknik*, *2*(2), 156–167. https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i2.328

Harikaran, M., Kulanthaivel, P., Gokulakannan, S., & Vinodhkumar, S. (2023). Eco-friendly soil stabilization: a combined approach using lime and waste eggshell powder. *Global Nest Journal*, *25*(7), 120–130. https://doi.org/10.30955/gnj.005077

Indriani, A. M., & Utomo, G. (2023). Pengaruh Microbially Induced Calcite Precipitation (MICP) terhadap Perilaku Kuat Geser Tanah Terkontaminasi Batubara. *Cived*, *10*(1), 53. https://doi.org/10.24036/cived.v10i1.122318

Indriani, A. M., Utomo, G., Ryka, H., & Kalimantan, E. (2022). *The Effect Of Microbially Induced Calcite Precipitation (Micp) On Shear Strength Of*. 28–32.

Jaber, H. A., Mahdi, R. S., & Hassan, A. K. (2020). Influence of eggshell powder on the Portland cement mortar properties. *Materials Today: Proceedings*, *20*(xxxx), 391–396. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.09.153

Kusuma, R. I., Mina, E., Fathonah, W., & Yasin, Z. I. (2022). Pemanfaatan Limbah Serbuk Bata Merah Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, *19*(2), 119–126. https://doi.org/10.30630/jirs.v19i2.878

Kusuma, R. I., Mina, E., & O M, B. R. (2015). Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Abu Sawit terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan Desa Cibeulah, Pandeglang). *Fondasi*, *4*, 69–80.

Marini, A., Utomo, G., & Nur Fadhillah, M. (2021). Pengaruh Semen Pada Tanah Lempung Plastisitas Rendah Terhadap Nilai Cbr. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA*, *4*(1), 23–32. https://doi.org/10.36277/transukma.v4i1.107

Maulana, I. (2021). *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Cangkang Telur Terhadap Nilai CBR*. Universitas Islam Riau.

Mina, E., Kusuma, R. I., & Ridwan, J. (2017). Stabilisasi tanah lempung menggunakan pasir laut dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas (Studi Kasus: Jalan Mangkualam Kecamatan Cimanggu–Banten). *Fondasi Jurnal Teknik Sipil*, *6*(2), 13–23.

Mindiastiwi, T., & Rizky Romadlon, F. (2023). Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi dengan Uji Unconfined Compression Test (UCT). *Jurnal Teknik Sipil*, *16*(1), 64–72. https://doi.org/10.56444/jts.v16i1.200

Ridwan, M., & Roesyanto. (n.d.). Kajian Efektifitas Penggunaan Limbah Karbit Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Dengan Pengujian CBR Dan UCT. *Universitas*, *6*(5).

Sathiparan, N. (2021). Utilization prospects of eggshell powder in sustainable construction material – A review. *Construction and Building Materials*, *293*, 123465. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123465

Syahrul, S.-. (2023). Efektifitas Penambahan Semen Pada Stabilitas Tanah Lokal Samarinda. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, *1*(1), 71–80. https://doi.org/10.35334/be.v1i1.2659

Tiong, H. Y., Lim, S. K., Lee, Y. L., Ong, C. F., & Yew, M. K. (2020). Environmental impact and quality assessment of using eggshell powder incorporated in lightweight foamed concrete. *Construction and Building Materials*, *244*, 118341. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118341

Penelitian ini menggunakan metode pengujian kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test/UCT) untuk mengevaluasi efektivitas campuran cangkang telur (Eggshell Powder/ESP)

dalam meningkatkan stabilitas tanah lempung (Mindiastiwi & Rizky Romadlon, 2023). UCT adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk mengukur kekuatan tanah tanpa adanya pembebanan lateral, yang memberikan gambaran jelas mengenai peningkatan sifat mekanik tanah setelah stabilisasi (Kusuma et al., 2015).

Dalam penelitian ini, cangkang telur dikumpulkan, dibersihkan, dan dihaluskan menjadi serbuk halus yang dapat dicampurkan dengan tanah lempung (Mina et al., 2017). Variasi persentase ESP digunakan untuk menentukan campuran yang paling efektif dalam meningkatkan kekuatan tanah (Syahrul, 2023). Proses pencampuran dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan distribusi serbuk cangkang telur yang merata dalam tanah. Setelah itu, sampel tanah yang telah dicampur dengan ESP diuji menggunakan metode UCT untuk mengevaluasi perubahan sifat mekaniknya (Kusuma et al., 2015).

Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan memvalidasi efektivitas penggunaan cangkang telur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan metode stabilisasi tanah yang lebih efisien, ekonomis, dan berkelanjutan, yang dapat diterapkan dalam berbagai proyek konstruksi di masa depan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap upaya pengelolaan limbah dan perlindungan lingkungan di Indonesia.