

Pendampingan Masyarakat Dusun Serut, Desa Palbapang, Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta dalam Menerapkan Bata KOBEL untuk Mengatasi Tanah Ambles Karena Erosi Akibat Aliran Air

Susilawati C.L.*¹, Hetyorini²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Indonesia

²Program Studi Arsitek, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Indonesia

*e-mail: susipi@untagsmg.ac.id¹, hetyorini@untagsmg.ac.id²

Abstrak

Aliran air yang mengalir dalam tanah yang memiliki butiran halus, cenderung mengangkut butiran halus tersebut. Taman PAUD Edelweis yang menerapkan bata KOBEL sebagai penutup permukaan tanahnya sekitar kolam, mengalami ambles saat hujan lebat, karena air hujan meresap ke tanah dan mengalir membawa butiran halus menuju kolam. Masalah ini mendorong untuk diterapkannya bata KOBEL juga guna memperbaiki tanah yang ambles akibat aliran air tersebut. Kegiatan pengabdian masyarakat di Dusun Serut, Palbapang, Bantul, Yogyakarta ini bertujuan untuk mendampinginya dalam menerapkan bata KOBEL mengatasi permasalahan tanah ambles. Metode pelaksanaan kegiatan diawali dengan survei lapangan, kemudian pendampingan cara menyusun bata KOBEL dalam mengatasi amblesnya tanah. Bata KOBEL memiliki 2 lubang berdiameter 5 cm, disusun membentuk suatu pipa yang berfungsi mengatur aliran air sehingga tidak membawa butiran halus mengalir/tererosi. Konsep sederhana menyediakan alur aliran air, dapat menghindarkan erosi yang terjadi sehingga tidak menimbulkan amblesnya tanah. Bata KOBEL ini terbuat dari tanah yang dipres sampai 62,5% berfungsi sebagai perbaikan tanah, sehingga permukaan tanah menjadi stabil. Penggunaan bata KOBEL mudah dilakukan dan biayanya sangat murah, dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi masyarakat Dusun Serut. Dapat disimpulkan bahwa penerapan Bata KOBEL sangat penting untuk membantu masyarakat dalam pengadaan material bangunan yang murah, praktis tapi tetap berkualitas.

Kata kunci: aliran air, bata KOBEL, biaya murah, perbaikan tanah, tanah yang ambles

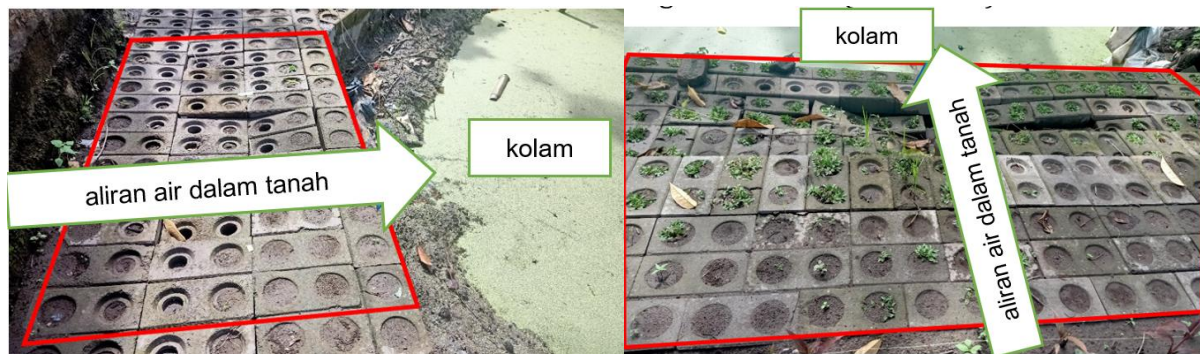
Abstract

The flow of water flowing in the soil which has fine grains tends to transport these fine grains. PAUD Edelweis Park, which uses KOBEL bricks as a ground cover around the pond, experiences subsidence during heavy rains, because rainwater seeps into the ground and flows carrying fine particles towards the pond. This problem prompted the application of KOBEL bricks to repair subsidence caused by the water flow. This community service activity in Serut Hamlet, Palbapang, Bantul, Yogyakarta aims to assist him in implementing KOBEL bricks to overcome the problem of subsidence. The method of implementing activity begins with a field survey, then provides assistance on how to assemble KOBEL bricks in overcoming land subsidence. KOBEL brick has 2 holes with a diameter of 5 cm, arranged to form a pipe which functions to regulate the flow of water so that it does not carry fine grains to flow/erode. The simple concept of providing a flow of water can prevent erosion from occurring so that it does not cause land subsidence. KOBEL brick is made of pressed soil up to 62.5% which functions as a soil improvement, so that the soil surface becomes stable. The use of KOBEL bricks is easy to do and the cost is very low, it can solve the problems faced by the people of Dusun Serut. It can be concluded that the application of KOBEL Bricks is very important to help the community in procuring building materials that are cheap, practical but still of high quality.

Keywords: KOBEL brick, low cost, soil improvement, subsidence, water flow

1. PENDAHULUAN

Aliran air dalam tanah yang memiliki butiran halus, cenderung mengangkut butiran halus dari tanah tersebut. Hal ini terjadi, khususnya saat hujan lebat, dimana air hujan yang meresap ke dalam tanah mengalir membawa butiran halus menuju ke suatu kolam, dan menyebabkan permukaan tanah turun pada bagian tertentu (Gambar 1).



Gambar 1. Paving bata KOBEL sekeliling kolam menjadi turun akibat aliran air

Permasalahan ini dapat diatasi dengan menggunakan bata KOBEL yang memiliki 2 lubang berdiameter 5 cm, disusun membentuk suatu pipa yang berfungsi mengatur aliran air melalui pipa yang terbentuk sehingga tidak membawa serta butiran halus mengalir atau tererosi. Konsep sederhana menyediakan alur aliran air, dapat menghindarkan erosi tanah yang terjadi sehingga tidak menimbulkan dampak penurunan tanah akibat aliran air dalam tanah. Bata KOBEL yang terbuat dari bahan dasar tanah dengan proses pengepresan sampai 62,5% berfungsi sebagai perbaikan tanah pula, sehingga permukaan tanah menjadi stabil dan tidak turun lagi. Penggunaan bata KOBEL juga sangat mudah dilakukan dan membutuhkan biaya yang sangat murah. 2 lubang dari bata KOBEL yang disusun membentuk pipa ini berfungsi untuk mengatur aliran air agar tidak membawa butir-butir halus dan menimbulkan tanah terkikis menjadi ambles.

Hal ini mendorong untuk membantu PAUD Edelweis dengan taman yang dimilikinya dalam suatu kegiatan pengabdian masyarakat untuk memperbaiki taman PAUD Edelweis dengan tetap menerapkan bata KOBEL. Pendampingan dalam pelaksanaan pekerjaan ini melibatkan masyarakat dan beberapa mahasiswa baik dari program studi Teknik Sipil maupun Arsitek.

Kajian Pustaka

Asdak mendefinisikan erosi air sebagai proses pengikisan dan pengangkutan lapisan tanah yang disebabkan oleh aktivitas atau pergerakan air [1]. Erosi ini terjadi karena adanya kekuatan air atau angin [2]. Akibat intensitas curah hujan yang besar dengan kemiringan lereng juga menyebabkan terjadinya erosi [3]. Pengaruh tutupan vegetasi juga berdampak pada erosi [4]. Perubahan tata guna lahan dan curah hujan juga berdampak pada erosi [5]. Kajian terkait erosi banyak dibahas, dengan berbagai cara penanggulangannya, termasuk teknik konservasi [6] [7] [8] [9].

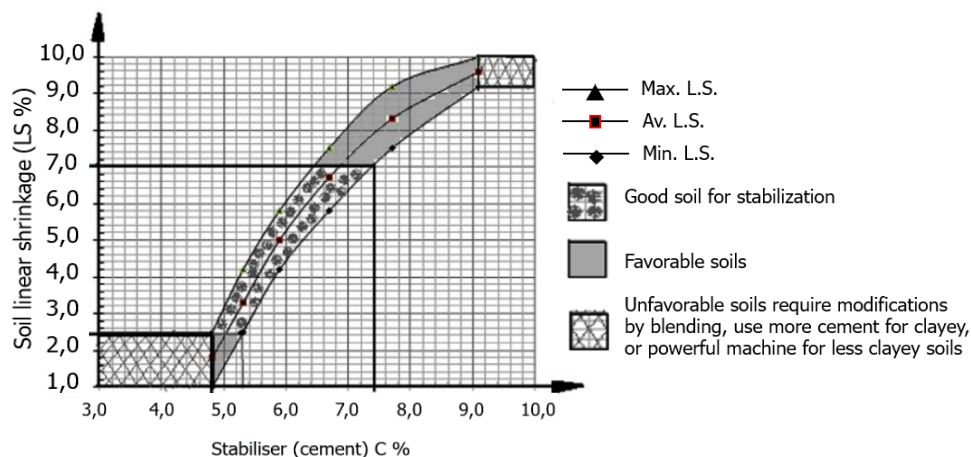
Pada studi kasus penataan kolam alami yang terjadi akibat adanya mata air di samping PAUD Edelweis, Dusun Serut, Kabupaten Palbapang dengan menerapkan sistem bata KOBEL, erosi tanah terjadi karena adanya aliran air dari mata air yang masuk ke kolam. Hal ini dipicu oleh hujan lebat dan dalam penataan taman PAUD tanah asli dirobokkan sehingga butir-butirnya menjadi gembur dan mudah tergerus. Fenomena yang terjadi adalah penurunan permukaan lapisan bata KOBEL yang digunakan sebagai penutup tanah.

Berdasarkan definisi erosi air yang dijelaskan oleh Asdak, fenomena penurunan permukaan lapisan bata KOBEL yang terjadi disebabkan oleh erosi tanah yang disebabkan oleh aliran air di dalam tanah saat terjadi hujan lebat [1]. Konsep sederhananya adalah memberikan aliran air di dalam tanah, sehingga terhindar dari erosi tanah yang terjadi dan tidak menimbulkan dampak penurunan tanah akibat aliran air di dalam tanah [10].

Batu pres tanah bertautan adalah sejenis material batu bata yang dibuat dari bahan dasar tanah, ditambahkan bahan lainnya agar lebih stabil ketika ditekan (Compressed Stabilized Earth Brick – CSEB). Batu bata ini lebih dikenal di Indonesia semacam batako atau bata lego [11], tidak memerlukan lapisan mortar untuk menyusunnya dan saling mengait satu sama lain atau bertautan.

Faktor utama stabilisasi tanah, yang merupakan perubahan setiap sifat tanah untuk meningkatkan kinerjanya secara teknik dipengaruhi oleh jenis tanah, kadar semen, pemadatan dan metode pencampuran [12] [13]. Salah satu fungsi utama medium stabilisasi adalah untuk mengurangi pembengkakan sifat tanah, melalui pembentukan kerangka kaku dengan massa tanah, yang akan meningkatkan kekuatan dan daya tahannya [14]. Semen portland adalah stabiliser yang paling banyak digunakan untuk stabilisasi tanah ini. Semen memiliki kemampuan untuk mengurangi batas cair (Liquid Limit) dan meningkatkan indeks plastisitas (Plasticity Index), karenanya dapat meningkatkan kemampuan kerja tanah. Penambahan bahan kimia penstabil seperti semen dan kapur mempunyai efek ganda dari percepatan flokulasi dan promosi ikatan kimia. Bahan kimia akan mengikat tergantung pada jenis stabilisator yang digunakan [15] [16]. Dari hasil studi mengungkapkan bahwa tanah dengan Plasticity Index (PI) kurang dari 15% cocok untuk stabilisasi semen [17]. Pengamatan lain dari semen sebagai stabilisator menjelaskan bahwa kandungan pengikat semen dalam campuran berkisar antara 4% dan 10% dari berat kering tanah [18] [19]. Tetapi jika kandungan pengikat semen lebih besar dari 10% menjadi tidak ekonomis untuk produksi CSEB [20] [21].

Dari investigasi awal terkait property CSEB yang dilakukan terhadap 2 sampel tanah, disimpulkan bahwa tanah memiliki karakteristik yang cocok untuk stabilisasi semen dengan indeks plastisitas 12,4% - 14,6%. Peningkatan stabilisasi dari 0% - 7,5% memberikan kekuatan antara 0,35N/mm² - 2,84 N/mm² [22]. Semen yang merupakan elemen mahal, dapat dipertahankan hingga kisaran 3 - 10% dari campuran tanpa kinerja yang membahayakan. Dari pengalaman di Tanzania, rasio 1:16 (semen : tanah) dapat menghasilkan rata-rata 100 bata pres tanah stabil (Interlocking Stabilized Soil Brick-ISSB) dari satu kantong semen 50 kg. Hal ini setara dengan 0,45 m³ volume dinding. Sebaliknya bata konvensional (Conventional Brick-CB) dengan rasio semen : pasir biasanya 1:8 hanya dapat menghasilkan 20 batu per 50 kg kantong semen (setara dengan 0,31 m³ volume dinding) [23]. Oleh karena itu ISSB menghasilkan 31% lebih banyak volume dinding daripada CB [24]. Batas tanah untuk stabilisasi yang mengurangi penggunaan semen dalam produksi batu pres tanah ini ditunjukkan seperti dalam grafik berikut ini [25].



Gambar 2. Grafik batas tanah untuk stabilisasi yang mengurangi penggunaan semen [25]

Penggunaan tanah yang tersedia untuk konstruksi, dalam seluruh lingkup ekonomi dan melalui berbagai tahap perkembangan sosial dan teknologi, berpotensi pada ketersediaan teknologi tepat guna yang berkelanjutan untuk terciptanya lingkungan binaan [26]. Tanah yang memiliki susut rendah (kadar pasir tinggi) lebih stabil dengan semen Portland (PC) untuk ditekan/pres menggunakan mesin pres berdaya tinggi (>4MPa), sedangkan tanah yang memiliki susut tinggi (kadar tanah liat tinggi) lebih stabil dengan menggunakan kapur untuk ditekan/pres menggunakan mesin pres berdaya rendah (hingga 2MPa).

Batu pres tanah bertautan yang diterapkan sebagai material bahan bangunan pengganti batu bata ini terbuat dari bahan dasar tanah dicampur sedikit kapur atau semen sebagai

tambahan bahan perekat, dengan perbandingan antara 1 kapur/semen berbanding 6-10 tanah, ditambah air sampai lembab, kemudian dipres menjadi 60% sehingga menghasilkan batu pres tanah bertautan. Batu ini memiliki bentuk yang saling mengait, sehingga untuk menyusunnya tidak diperlukan bahan pengisi seperti mortar guna membentuk suatu struktur dinding pada bangunan rumah, bak tampung air, saluran, dinding penahan tanah ataupun lantai parkir dan jalan desa.

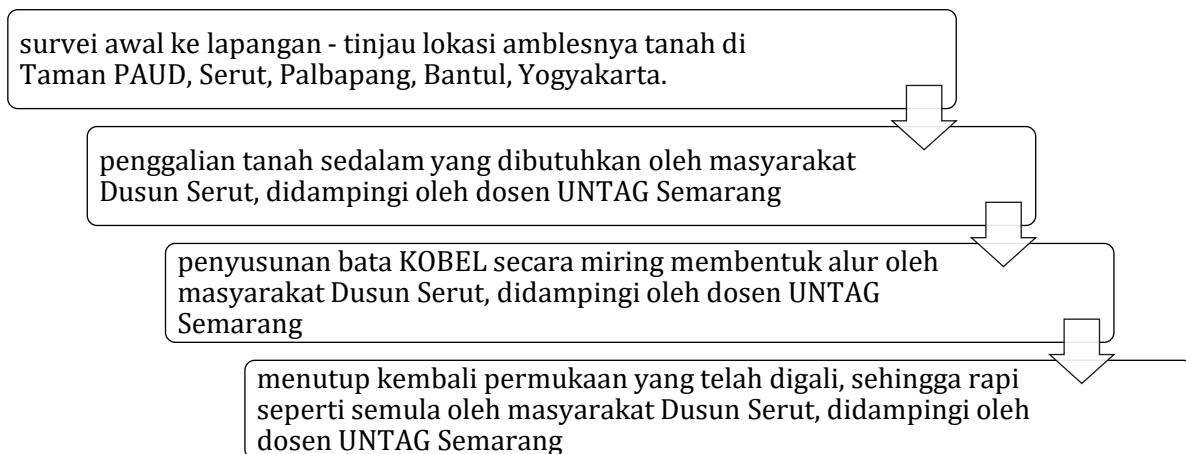
Teknologi tepat guna batu bata interlocking dikembangkan untuk menyediakan bahan bangunan yang murah. Penelitian terkait bata pres tanah interlock ini dilakukan sejak tahun 1996, 1999 dan 2002. Kemudian mulai diintegrasikan dengan sistem pengelolaan air hujan untuk memenuhi bahan murah untuk infrastruktur bangunan pengelolaan air hujan [27]. Teknologi ini juga ramah lingkungan dan merupakan bahan bangunan yang ekologis [28] [29].

Bata pres tanah ini tidak hanya digunakan untuk konstruksi rumah, tetapi juga untuk pembangunan infrastruktur sipil seperti kolam resapan air hujan [30] dan bangunan sipil lainnya. Dalam perkembangannya, bata pres tanah ini diberi nama bata KOBEL [31]. Sistem teknologi ini juga telah diterapkan pada infrastruktur seperti distribusi air bersih yang dibiayai dana CSR-BNI dalam partisipasi masyarakat di desa [32]. Terakhir, sistem ini diterapkan dalam penataan taman perpustakaan di Dusun Serut Palbapang [33] [34] dan juga untuk berkebun [35].

Usulan solusi untuk menerapkan bata KOBEL sebagai material bangunan untuk mengatasi masalah amblesnya tanah ini menjadi kegiatan pengabdian masyarakat bagi dosen UNTAG Semarang untuk pendampingan masyarakat Dusun Serut, Palbapang, Bantul, Yogyakarta ini.

2. METODE

Metode pelaksanaan pengabdian yang dilakukan dapat dijelaskan seperti pada diagram alir Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Diagram alir metode pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian diawali dengan tinjauan ke lapangan untuk mengamati aliran air yang menyebabkan amblesnya permukaan tanah. Dari survei lapangan dirancang kegiatan lanjut untuk menerapkan Bata KOBEL dalam mengatasi permasalahan amblesnya tanah tersebut. Selanjutnya dilakukan pendampingan untuk penggalian tanah yang ambles tersebut sedalam aliran air, yaitu sampai ke elevasi air kolam terendah oleh masyarakat Dusun Serut. Langkah berikutnya adalah menyusun bata KOBEL secara miring sehingga terbentuk alur seperti pipa yang dapat difungsikan untuk mengalirkan air saat terjadi aliran air ke kolam waktu hujan oleh masyarakat Dusun Serut dan didampingi dosen UNTAG Semarang. Susunan bata KOBEL mencapai 3 lapis. Langkah terakhir adalah menyusun kembali bata KOBEL

sesuai dengan permukaan lainnya yang berfungsi sebagai penutup permukaan tanah atau paving oleh masyarakat Dusun Serut, didampingi oleh dosen UNTAG Semarang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan langkah dalam metode pelaksanaan, maka hasil pelaksanaan pendampingan masyarakat dijelaskan dalam sub-bab sehingga lebih lengkap.

Survei ke Lapangan

Mengawali kegiatan pengabdian ini dilakukan survei ke lapangan untuk melihat lebih dekat lokasi permukaan tanah yang ambles, sehingga dapat dilakukan tindakan lebih lanjut. Survei lapangan dilakukan pada tanggal 01 Maret 2022 oleh kedua dosen dari Teknik Sipil dan Arsitek UNTAG Semarang dalam kegiatan pengabdiannya, yang menuliskan makalah ini. Berikut ini ditampilkan foto dokumentasi taman PAUD sebelum terjadi hujan yang menyebabkan ambles, yaitu dari hasil pengabdian sebelumnya, dan foto setelah kejadian hujan dan menyebabkan amblesnya tanah, sehingga bata KOBEL ikut turun, pada bagian tertentu.



Sebelum terjadi ambles



Sesudah terjadi ambles

Gambar 4. Foto waktu survei lapangan

Dalam survei lapangan dan hasil diskusi bersama kepala dusun, akhirnya ditetapkan untuk memperbaiki tanah ambles tersebut dengan tetap menerapkan sistem bata KOBEL, karena bata ini memiliki 2 lubang yang dapat difungsikan sebagai alur untuk aliran air. Masyarakat membantu untuk mencetak bata sebanyak 400 buah sesuai perhitungan untuk perbaikan tersebut dan diberikan bantuan dana sebesar Rp. 800.000.-. Ditetapkan pula bahwa bapak kepala dusun mengkoordinir pencetakan bata tersebut.

Penggalian Tanah yang Ambles

Berikutnya pada tanggal 18-19 Maret 2022, dilakukan pendampingan untuk kegiatan penggalian tanah sedalam yang ditentukan, yaitu sedikit di bawah permukaan air dalam kolam (Gambar 5). Ada 2 tempat yang ambles, yaitu samping gedung PAUD dan samping taman PAUD.



Amblesan di sisi gedung PAUD



Amblesan di sisi taman

Gambar 5. Penggalian tanah di tempat yang ambles

Penyusunan Bata KOBEL Secara Miring

Setelah dilakukan penggalian, selanjutnya disusun bata KOBEL secara miring sehingga membentuk alur pipa yang dapat dialiri oleh air. Penyusunan bata KOBEL secara miring selang seling berdiri di sisi yang panjang dan sisi yang pendek seperti nampak dalam Gambar 6. Kegiatan ini dilakukan sampai dengan tanggal 21 Maret 2022.



Gambar 6. Penyusunan bata KOBEL untuk mendapatkan alur aliran

Menutup Kembali Permukaan

Langkah terakhir dilakukan pendampingan pada tanggal 23 Maret 2022, untuk menutup kembali permukaan tanah seperti semula, sehingga nampak kembali menjadi rata dan stabil (Gambar 7).

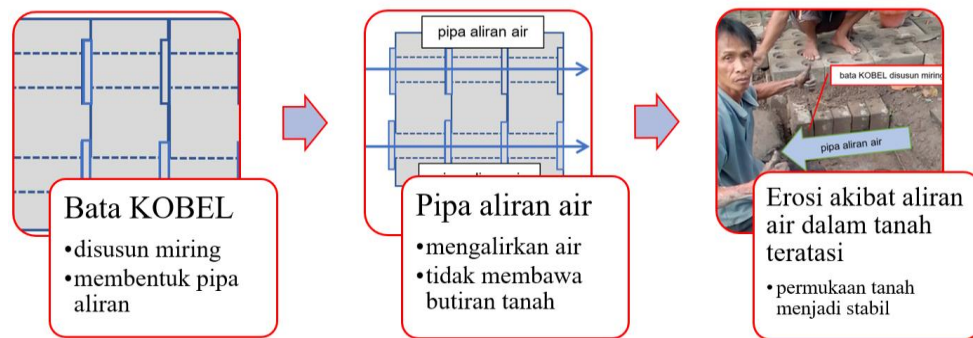


Gambar 7. Penutupan kembali permukaan tanah

Pembahasan dan Diskusi

Bata KOBEL yang merupakan bahan bangunan alternatif pengganti bata hanya disusun saja dalam mengaplikannya pada konstruksi bangunan. Hal ini tidak memerlukan finishing seperti plesteran lagi karena sudah saling mengait, dengan penampilan yang langsung rapi. Aspek inilah yang menjadikan penggunaan batu bata KOBEL menjadi lebih murah dan mudah dalam menyusunnya. Penggunaan tanah setempat dengan sedikit perbaikan material dasar, juga memudahkan dan menjadi murah dalam memproduksi batu bata KOBEL ini.

Proses penerapan bata KOBEL dalam perbaikan tanah yang ambles dapat diilustrasikan seperti dalam Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Penggunaan bata KOBEL untuk mengalirkan pergerakan air dalam tanah.

4. KESIMPULAN

Dari kegiatan pengabdian yang telah dilakukan ini, dapat disimpulkan bahwa batu bata KOBEL dapat digunakan untuk mengatasi penurunan tanah akibat pergerakan air di dalam tanah, dengan menyusunnya secara miring sehingga berfungsi sebagai aliran pergerakan air. Bata KOBEL terbuat dari bahan dasar tanah yang ditekan hingga 62,5% dapat berfungsi sebagai perbaikan tanah, sehingga permukaan tanah menjadi stabil dan tidak turun kembali. Penggunaan batu bata KOBEL juga sangat mudah dilakukan dan membutuhkan biaya yang sangat murah menjadi penting dalam solusi penyediaan material bangunan yang murah dan mudah dilakukan oleh masyarakat desa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ungkapan terimakasih ditujukan kepada Universitas 17 Agustus 1945 Semarang dan Kepala Dusun Serut yang telah memberikan kesempatan untuk mengembangkan teknologi sistem bata KOBEL ini sehingga bermanfaat dan dapat membantu banyak orang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. Chay Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Yogyakarta: UGM Press, pp. i-686, 2020.
- [2] S. Arsyad, *Konservasi Tanah dan Air*, Bandung: IPB Press, pp. i-496, 2010.
- [3] S. A. M. Ben-Hur, "Effects of rainfall intensity and slope gradient on the dynamics of interrill erosion during soil surface sealing," *CATENA*, vol. 66, no. 3, pp. 211-220, 30 June 2006.
- [4] M.Fattet, Y.Fu, M.Ghestem, W.Ma, M.Foulonneau, J.Nespoulous and Y. B. a. A.Stokes, "Effects of vegetation type on soil resistance to erosion: Relationship between aggregate stability and shear strength," *CATENA*, vol. 87, no. 1, pp. 60-69, October 2011.
- [5] T. a. Shi-jieWang, "Effects of land use, land cover and rainfall regimes on the surface runoff

- and soil loss on karst slopes in southwest China," *CATENA*, vol. 90, pp. 53-62, March 2012.
- [6] J. Suyana, K. Komariah and M. and Senge, "Conservation techniques for soil erosion control in tobacco-based farming system at steep land areas of Progo Hulu subwatershed, Central Java, Indonesia," *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, vol. 4, no. 5, pp. 287-294, 2010.
- [7] U. A. a. E. P. Muhamad Taufiq, "Upaya Konservasi Lahan Berdasarkan Indikator Erosi dan Sedimen di DAS Jragung," *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 7, no. 2, pp. 289-294, December 2016.
- [8] U. A. a. E. S. Arnoldus Nama, "Analisis Tingkat Bahaya Erosi dan Arahan Konservasi Lahan Dengan Aplikasi Gis Di Das Manikin," *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 7, no. 2, pp. 205-215, December 2016.
- [9] A. R. Darmawan, M. Sholichin and L. M. L. a. U. Andawayanti, "Studi Potensi Tanah Longsor Dan Upaya Pengendaliannya Di Wilayah Sub DAS Konto Hulu," *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 5, no. 1, pp. 68-78, 2014.
- [10] J. M. N. L. M. a. B. P. W. Mariano Moreno-de las Heras, "Plot-scale effects on runoff and erosion along a slope degradation gradient," *WATER RESOURCES RESEARCH*, vol. 46, no. 4: W04503, pp. 1-12, 2010.
- [11] F. Kurniawan, "Bangun Rumah dengan Bata Lego "Interlocking Brick" Bata Interlock Dinding Cepat Murah Kuat Tahan Gempa Ramah Lingkungan," 02 July 2017. [Online]. Available: <https://rumahpanelsurabaya.blogspot.com/2017/>.
- [12] S. a. R. P. S. Krishnaiah, "Effect of clay on soil-cement," in *Proceedings of 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG)*, GOA - India, 2008.
- [13] A. A. a. H. H. A. Guettala, "Durability study of stabilized earth concrete under both laboratory and climatic conditions exposure," *Construction and Building Materials*, vol. 20, p. 119-127, 2006.
- [14] A. Anifowose, "Stabilisation of lateritic soils as a raw material for building blocks," *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, pp. 151-157, 2000.
- [15] M. J. a. S.-E. Johansson, "The Function of Different Binding Agents in Deep Stabilization," Swedish Deep Stabilization Research Centre, Swedish, 2002.
- [16] H. Nagaraj, M. Sravan and T. A. a. K. Jagadish, "Role of lime with cement in long-term strength of Compressed Stabilized Earth Blocks," *International Journal of Sustainable Built Environment*, vol. 3, no. 1, pp. 54-61, 2014.
- [17] H. H. B. M. A. R. C. A GUETTALA, "Durability of Lime Stabilized Earth Blocks," *Courrier du Savoir*, pp. 61-66, June 2002.
- [18] A. M. J. C. W. P. a. G. K. Mesbah, "Development of a Direct Tensile Test for Compacted Earth Blocks Reinforced with Natural Fibers," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 16, no. 1, p. 95-98, 2004.
- [19] D. Dissanayake, "Properties of Compressed Interlock Earth Blocks Manufactured from Locally Available Lateritic Soil for Low Cost Housing Projects," *Advanced Engineering Forum*, vol. 39, pp. 85-93, February 2021.
- [20] F. V. Riza and I. A. R. a. A. M. A. Zaidi, "A Brief Review of Compressed Stabilized Earth Brick (CSEB)," in *International Conference on Science and Social Research (CSSR 2010)*, Kuala Lumpur Malaysia, 2010.
- [21] B. M. a. G. Dobszay, "Durability of Stabilized Earthen Constructions: A Review," *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 38, p. 2403-2425, 30 January 2020.

- [22] S. W. Z. A. L. M. M. M. Baba, "Properties of Compressed Stabilized Earth Blocks (CSEB) For Low-Cost Housing Construction," *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 39-46, 2013.
- [23] B. S. Waziri and M. M. Zanna Alhaji Lawan and Mustapha, "Properties of Compressed Stabilized Earth Blocks (CSEB) For LowCost Housing Construction: A Preliminary Investigation," *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 39-46, 2013.
- [24] M. S. Z. & A. Lee, "Economic benefits of contemporary earth construction in low-cost urban housing – State-of-the-art review," *Journal of Building Appraisal*, vol. 5, no. 3, p. 259–271, 02 February 2010.
- [25] S. H. Kintingu, *Design of interlocking bricks for enhanced wall construction, flexibility, alignment accuracy and load bearing*, Warwick, West Midlands: University of Warwick, 2009, pp. i-262.
- [26] J. & B. Q. Morris, "Earth construction in Africa," in *roceedings: strategies for a sustainable BuiltEnvironment*, Pretoria, 2000.
- [27] D. Susilawati C.L & Baltazar, "Keterpaduan rekayasa pengelolaan air hujan dan sistem bata bertautan dalam menciptakan masyarakat desa sehat sejahtera," in *Prosiding KoNTekS 8*, Bandung, 2014.
- [28] S. Susilawati & Veronika, "Sistem Lock-Brick Mendukung Pembangunan Infrastruktur Biaya Rendah dan Berkelanjutan," in *Prosiding KoNTekS 11, "Meningkatkan Daya Saing Industri Konstruksi Dalam Persaingan di Tingkat Global Menuju Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan.*, Jakarta, 2017.
- [29] Susilawati and I. W. Tyas, "Lock-brick System for Environmentally Friendly Building Infrastructure Building Materials," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018 International Conference on Building Materials and Construction (ICBMC 2018)*, Nha Trang, Vietnam, 2018.
- [30] I. W. T. Susilawati & Sungsang ANP, "Kolam Tampung Penerapan Inovasi Teknologi Batu Pres Tanah Murah Biaya Konstruksi, Operasi dan Pemeliharaan," in *Prosiding KoNTekS 13, "Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan"*, Aceh, 2019.
- [31] C. Susilawati and I. a. S. Tyas, "Rekayasa Material Bata Kobel dalam Infrastruktur Bangunan Sipil Ramah Lingkungan Abad ke-21," in *Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur Abad ke-21*, Yogyakarta, 2021.
- [32] P. Susilawati & Tyas, "Sinergi Perguruan Tinggi Dan CSR-BNI46 Dalam Pembangunan Sarana Distribusi Air Bersih Sistem Batu-Pres-Tanah Bertautan Yang Melibatkan Masyarakat," *Nemui Nyimah: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 1-12, 2021.
- [33] Susilawati, Ratnawati dan Agus, "Laporan Pengabdian Masyarakat Penerapan Riset Sistem Bata KOBEL di Dusun Serut Palbapang Bantul Yogyakarta," UNTAG Semarang, Semarang, 2021.
- [34] H. R. A. W. Susilawati C.L, "Penerapan Riset Sistem Bata Kobel, dalam Pengabdian Masyarakat di Dusun Serut, Desa Palbapang, Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta," *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMSI)*, vol. 2, no. 1, pp. 107-118, 2021.
- [35] Caritra, "masterplandes.com," 2022. [Online]. Available: <https://www.masterplandes.com/covid-19/berkebun-di-pekarangan-dengan-bata-kobel/>. [Accessed 2022].