

Penyuluhan Perbaikan Tanah Dasar Pada Perkerasan Jalan di Desa Pulau Sejuk Kecamatan Datuk Lima Puluh Batu Bara

Debby Endriani¹⁾ | Rika Deni Susanti²⁾ | Husni Thamrin³⁾ | Amat Apriadi⁴⁾ | Irpansyah Siregar⁵⁾

^{1,2,3,4)}Universitas Amir Hamzah

| debby.endriani123@gmail.com | razzanrikadeni@yahoo.com | arliantha@gmail.com

| irpansyah_siregar@yahoo.com

Abstrak: Sistem transportasi yang memadai dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa. Tersedianya infrastruktur yang baik dapat membantu upaya peningkatan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Sarana transportasi di tingkat kecamatan dan pedesaan di Desa Pulau Sejuk masih jauh dari memadai. Beberapa ruas akses jalan yang ada masih berupa jalan tanah tanpa perkerasan sehingga memerlukan perbaikan sebelum pembangunan jalan dilakukan. Kondisi tanah dasar pada lintasan jalan di daerah ini terlihat menjadi penyebab utama kerusakan jalan penghubung antar Dusun. Jenis tanah dasar dikategorikan tanah lunak dengan kuat geser yang rendah yang menyebabkan daya dukung yang sangat rendah, sehingga tidak mampu menahan beban kendaraan maupun beban lainnya. Masalah yang dihadapi di desa ini akan dapat diselesaikan melalui upaya perbaikan tanah dasar dan sistem perkuatan pada lintasan jalan, sebelum penerapan ilmu pengetahuan tentang perbaikan dan perkuatan tanah terlebih dahulu dilakukan sosialisasi dan penyuluhan tentang metode pelaksanaan diantaranya tahapan pekerjaan perbaikan tanah pada perkerasan jalan dilapangan.. Hasil sosialisasi dan penyuluhan menunjukkan antusias yang tinggi dari masyarakat setempat baik perangkat desa maupun perwakilan anggota masyarakat. Hasil kesepakatan tim pengabdian dan masyarakat didapatkan bahwa sistem perbaikan tanah ini dapat diterapkan di beberapa lokasi dengan mempertimbangkan skala prioritas yang dilihat dari tingkat kerusakan badan jalan. Sistem perbaikan tanah dengan material abu cangkang sawit, kemudian dilakukan sistem perkuatan dengan menggunakan conblock dari beton. Perkerasan jalan dapat dikerjakan di atas urugan tanah yang telah diberi perkuatan.

Kata Kunci: Tanah dasar, Perkerasan jalan, perkuatan, conblock,

Pendahuluan

Potensi sumberdaya manusia dari jumlah penduduk di suatu wilayah sangat dibutuhkan untuk kegiatan pembangunan. Namun demikian jumlah penduduk belum cukup untuk kepentingan pembangunan apabila tidak diimbangi dengan kualitas yang memadai. Karena kuantitas dan kualitas penduduk dapat memberikan gambaran profil sumber daya manusia suatu daerah yang dapat meningkatkan berbagai potensi diantaranya potensi-potensi ekonomi yang mendorong pembangunan dan pengembangan Desa pulau Sejuk sekaligus memberdayakan masyarakat guna mempercepat pembangunan desa yang bertujuan untuk terus mengembangkan daerahnya dengan memperhatikan sarana dan prasarana yang mendukung pembangunan Desa Pulau Sejuk. Pulau Sejuk adalah salah satu desa yang ada di Kecamatan Datuk Lima Puluh Kabupaten Batu Bara yang semakin berkembang dan memiliki potensi ekonomi semakin hari semakin berkembang sesuai dengan meningkatnya permintaan konsumen terhadap produk-produk yang dihasilkan terutama sektor pertanian, industri, pariwisata dan

sebagainya. Penyuluhan dan sosialisasi suatu ilmu pengetahuan perlu disampaikan kepada masyarakat Pulau Sejuk untuk dapat diterapkan di desanya. Sistem transportasi yang memadai dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa. Tersedianya infrastruktur yang baik dapat membantu upaya peningkatan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Menurut (Utomo, 2019), pembangunan infrastruktur perdesaan diarahkan untuk mendorong peningkatan perekonomian perdesaan. Sarana transportasi di tingkat kecamatan dan pedesaan di Desa Pulau Sejuk masih jauh dari memadai. Akses jalan yang ada masih berupa jalan tanah tanpa perkerasan. Kondisi tanah dasar pada lintasan jalan di daerah ini terlihat menjadi penyebab utama kerusakan jalan penghubung antar wilayah. Jenis tanah dasar dikategorikan tanah lunak dengan kuat geser yang rendah yang menyebabkan daya dukung yang sangat rendah, sehingga tidak mampu menahan beban kendaraan maupun beban lainnya. Oleh karena itu, perlu upaya-upaya alternatif untuk memperbaiki tanah dasar baik dengan sistem stabilisasi maupun dengan perkuatan tanah. Diharapkan dengan perbaikan dan perkuatan pada perkerasan jalan tanah dasar di Desa Pulau Sejuk dapat mempengaruhi pembangunan infrastruktur dan berdampak pada kemajuan pertumbuhan ekonomi juga.

Pengaruh pembangunan infrastruktur oleh pemerintah terhadap pertumbuhan ekonomi dianggap sebagai salah satu fenomena penting dalam perekonomian. Kegiatan pembangunan infrastruktur oleh pemerintah secara langsung maupun tidak langsung memungkinkan terjadinya peningkatan output melalui interaksi dengan sektor swasta (Utomo, 2019). Jalan desa adalah jalan lokal primer yang berada di dalam kawasan perdesaan, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa. Keberadaan jalan Desa Pulau Sejuk memperlihatkan kondisi yang sangat memprihatinkan. Akses jalan dari dan menuju desa dan kecamatan sangat tidak sesuai dengan fungsinya, akibatnya aktivitas masyarakat menjadi terganggu, pertumbuhan ekonomi melambat karena tidak termobilisasinya hasil pertanian ke daerah lain.

Strategi pemeliharaan jalan pedesaan dilakukan dengan menentukan skala prioritas berdasarkan perbandingan nilai manfaat jalan sebelum dan setelah perbaikan (Azwansyah et al., 2018). Menurut (Hendratta, 2014), optimalisasi terhadap sistem jaringan drainase jalan raya tetap memperhatikan faktor efektivitas dan faktor ekonomis dalam menyelesaikan persoalan genangan air dan aliran permukaan.

Sifat-sifat tanah lunak yang tidak baik sebagai tanah dasar konstruksi dapat diperbaiki melalui proses stabilisasi. Stabilisasi dimaksudkan untuk meningkatkan daya dukung tanah dan menaikkan kekuatan tanah ketika menerima beban konstruksi. Beberapa cara yang diperlukan untuk stabilisasi tanah di antaranya mencampur tanah dengan bahan granuler atau menambah kekuatan tanah dengan sistem perkuatan (Hardiyatmo, 2018). Material stabilisasi tanah lunak yang umum digunakan adalah semen dan kapur. (Endriani & Ritonga, 2018a) menggunakan menggunakan abu cangkang sawit sebagai bahan stabilisasi tanah lempung lunak.

Tanah dasar konstruksi yang baik memerlukan nilai CBR minimum sebesar 6%. Tanah-tanah lunak pada umumnya memiliki nilai CBR di bawah 5%. Batu bukho sebagai material bergradasi baik

dimungkinkan untuk dicampur dengan tanah lunak sehingga nilai CBR dapat melebihi 6%. Campuran tanah lunak dengan batu bukho berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan alternatif timbunan pada tanah dasar konstruksi. Menurut Priadi (2008), metode konstruksi yang dapat dilakukan untuk perbaikan tanah lunak terdiri dari penggalian tanah lunak dan penggantian dengan material lainnya, *preloading*, dan pemasangan tiang-tiang.

Beberapa hasil penelitian tentang perbaikan tanah dengan stabilisasi tanah dan sistem perkuatan conblock memberikan hasil yang cukup berarti dalam meningkatkan kinerja tanah dasar jalan. Penggunaan conblock untuk perkuatan tanah lunak memberikan hasil yang mampu mengimbangi kinerja geosintetik (Agil, 2021). Perbaikan tanah dengan metode stabilisasi tanah menggunakan abu cangkang sawit dapat meningkatkan daya dukung dan ,uat tekan pada tanah lunak (Endriani & Ritonga, 2018b). Hasil penelitian (Apriyanti & Fahrani, 2020) menggunakan abu cangkang sawit sebagai material pengganti semen dapat meningkat nilai CBR dan kuat geser tanah. Sistem perbaikan tanah denga menggunakan limbah abu cangkang sawit sebagai bahan alternatif pengganti semen, memberikan hasil yang cukup baik dalam meningktan daya dukung tanah dan meningkatkan kuat geser pada tanah lempung lunak secara signifikan. Sistem perbaikan tanah ini dapat dijadikan alternatif pada pembangunan jalan di Desa Pulau Sejuk. Hasil-hasil penelitian ini dan sistem pelaksanaannya di lapangan penting untuk disosialisasikan kepada masyarakat. Selain karena faktor ekonomis dari material yang digunakan, jugafaktor ketersediaan bahan di sekitar daerah tujuan pengabdian masyarakat menjadi pertimbangan yang cukup mendasar untuk diterapkan di lapangan. Pengabdian kepada masyarakat di daerah ini bertujuan untuk mentransfer ilmu pengetahuan yang didapatkan dari hasil penelitian, khususnya sistem perkuatantanah dari material bambu baik dengan grid bambu yang dipasang horizontal maupun dengan kombinasi perkuatan dari tiang-tiang. Masyarakat diharapkan dapat menerapkan sistem perkuatan ini pada beberapa lokasi yang memerlukan perbaikan tanah dasar jalan.

Realisasi Kegiatan

Lokasi pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilakukan di Desa Pulau Sejuk Kecamatan Datuk Lima Puluh Kabupaten Batu Bara Sumatera Utara (Gambar 1). Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini melibatkan staf akademik sebagai pengabdi, instansi pemerintah desa sebagai faktor penunjang pelaksanaan pengabdian dan kelompok swadaya masyarakat sebagai sasaran pengabdian. Partisipasi masyarakat desa diperlukan dalam menunjang pelaksanaan kegiatan ini.



Gambar 1. Lokasi Penyuluhan pengabdian kepada masyarakat Desa Pulau Sejuk

Keikutsertaan staf akademik diharapkan dapat memberikan informasi tentang teknologi yang tepat, dengan penyampaian yang tepat dan mudah diserap oleh masyarakat yang menjadi kelompok sasarannya. Instansi pemerintahan desa diharapkan dapat berperan dalam kegiatan koordinasi dengan

aparatus pemerintahan di tingkat pedesaan dan dusun, sehingga akan meluncurkan mekanisme kerja di lapangan. Instansi terkait diharapkan dapat bekerjasama dengan tim pengabdian dalam hal pengadaan materi kegiatan.

Kelompok swadaya masyarakat diharapkan sebagai penggerak kegiatan ini melalui partisipasi aktif tokoh masyarakat dan kelompok masyarakat. Anggota khalayak sasaran yang dianggap strategis untuk dilibatkan dalam penerapan ipteks ini, serta dapat menyebarkan hasil kegiatan pada anggota khalayak sasaran yang lain di antaranya tokoh masyarakat terdiri dari Kepala Desa, Kepala Dusun, Ketua LKMD, Ketua PKK, Ketua Karang Taruna, dan Kelompok lainnya. Mereka diharapkan dapat menjadi mediator dalam menyebarkan teknologi perbaikan tanah dengan sistem perkuatan. Tokoh masyarakat yang terlibat dalam kegiatan ini ditunjukkan dalam Gambar 2. Kegiatan sosialisasi baik dengan aparat desa maupun dengan perwakilan masyarakat ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 2. Lokasi Sosialisasi dan penyuluhan di kantor Desa Pulau Sejuk



Gambar 3. Kegiatan penyuluhan perbaikan tanah kepada masyarakat Desa Pulau Sejuk

Hasil

Kondisi Lingkungan Mitra

Mitra dalam pelaksanaan pengabdian ini adalah masyarakat Desa Pulau Sejuk. Desa ini merupakan salah satu desa di Kecamatan Datuk Lima Puluh Kabupaten Batu Bara. Daerah ini cukup luas dan berpotensi untuk dimajukan, karena banyak sumber daya alam yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan penghasilan dan kesejahteraan masyarakat. Perangkat desa menerangkan betapa sulitnya mengembangkan kegiatan ekonomi dan perdagangan di Desa Sei-Silau Barat khususnya Dusun III dan V. Hal ini disebabkan karena masih kurang memadainya sarana infrastruktur jalan dari dan menuju dua dusun tersebut.

Permasalahan Mitra yang Memerlukan Solusi

Wilayah ini sangat kaya akan potensi sumber daya alam. Namun sarana jalan raya sebagai akses ke lokasi merupakan masalah yang rumit dan salah satu kendala yang cukup berarti dalam perjalanan untuk suplai bahan baku, distribusi produk ke tangan konsumen, dan pemasaran. Sehingga suplai bahan baku, distribusi, sistem pemasaran produk unggulan daerah ini menjadi terkendala dan tidak meningkat secara signifikan.

Selain permasalahan sarana akses jalan raya, permasalahan lain yang ditemukan di lapangan adalah sistem produksi produk yang tidak menerapkan IPTEK seperti pemanfaatan limbah padat abu cangkang sawit, pembuatan conblock dengan metode konvensional tanpa menggunakan mesin cetak. Hal yang sama terlihat pada sistem produksi unggulan lainnya seperti produksi hasil peternakan, dan perkebunan. Terutama dalam hal manajemen, distribusi dan pemasaran masih menggunakan cara-cara konvensional. Hal dapat disebabkan karena ketersediaan sumber daya manusia, sarana pendukung dan finansial yang kurang memadai.

Permasalahan yang teridentifikasi berdasarkan analisis situasi dan kondisi mitra dalam setiap aspek bisnis mitra, yang mencakup bahan baku, produksi, proses, produk, manajemen, distribusi, pemasaran, sumber daya manusia, sarana dan finansial di daerah ini adalah:

1. Perkembangan infrastruktur yang belum memadai.
2. Keterampilan dan pengetahuan yang belum tertata baik.
3. Sulinya akses jalan menuju lokasi.
4. Pengetahuan dan ketrampilan dalam penerapan teknologi masih sangat minim.
5. Badan jalan untuk lintasan ke lokasi tidak dapat dilalui kendaraan jika musim hujan, sehingga aktivitas usaha menjadi terhambat.
6. Tidak tersedianya peralatan yang memadai dalam sistem mesin cetak batubata dan conblock.

Permasalahan prioritas yang akan ditangani bersama mitra adalah akses yang sangat sulit menuju titik-titik lokasi produksi dan sekaligus memberikan peluang unggulan baru dalam meningkatkan industri kreatif di daerah ini dengan memanfaatkan material lokal di antaranya abu cangkang sawit yang cukup melimpah di sekitar wilayah ini. Oleh karena itu dibutuhkan sistem infrastruktur yang mendukung potensi unggulan daerah yang berada di Desa Pulau Sejuk Kecamatan Datuk Lima Puluh agar lebih mudah diakses konsumen dan pelaku usaha dalam memasarkan produk unggulan daerah di kota Batu Bara maupun kota besar lainnya, dengan memanfaatkan material lokal yang tersedia di daerah tersebut. Potensi daerah yang tinggi akan menjadikan perekonomian warga sekitar menjadi lebih baik.

Solusi yang Ditawarkan untuk Menyelesaikan Masalah

Solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan mitra seperti yang diuraikan sebelumnya diharapkan merupakan solusi yang dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam hal industri kreatif dan penerapan teknologi dalam mamacu pertumbuhan produk unggulan daerah; meningkatkan kualitas produknya dengan adanya penerapan IPTEK; meningkatkan kuantitas produk dengan penggunaan mesin dan peralatan yang memadai; meningkatkan daya tarik produk karena berbahan lokal dan bercorak budaya lokal sehingga memperkuat kelompok masyarakat menjadi tangguh, berkembang karena keuntungan meningkat dan semakin beragamnya usaha yang dikembangkan; adanya peran aktif masyarakat dalam menjaga budaya lokal karena menggunakan bahan baku lokal dan corak produk dari khas lokal; mempercepat penerapan teknologi dari hasil-hasil penelitian tim pelaksana pengabdian yang sudah dilakukan sebelumnya; dan pada akhirnya proses *link and match* antara perguruan tinggi dengan masyarakat dapat dikembangkan. Pemaparan dan diskusi tim perguruan tinggi dengan mitra diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diskusi permasalahan dan pemaparan usulan penanganan bersama mitra Sosialisasi

yang dilakukan memberikan gambaran bahwa pemecahan masalah akses ke lokasi daerah unggulan tidak semata-mata hanya ditinjau terhadap ketersediaan infrastruktur, akan tetapi jugaharus ditinjau terlebih dahulu secara cermat, termasuk material lokal, pemberdayaan masyarakat desa, peningkatan keterampilannya, estetika konstruksi untuk menarik minat konsumen dengan mengakomodasi nilai unggul atau ciri khas daerah yang dimiliki desa ini, dan nilai ekonomi dari penerapan teknologi di daerah mitra. Selanjutnya alternatif pemecahan masalah dipilih dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Dapat diatasi dengan biaya seekonomis mungkin.
- b. Dapat direalisasikan tanpa mengalami kerumitan dalam hal pembebasan tanah dan bangunan yang ada disekitarnya.
- c. Dapat dilaksanakan dengan teknologi yang sederhana sehingga dapat dikerjakan oleh masyarakat setempat.
- d. Sedapat mungkin menggunakan fasilitas yang ada di daerah setempat.

Dengan demikian solusi yang ditawarkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi mitra tersebut adalah:

1. Peningkatan pengetahuan, keterampilan, wawasan dan kompetensi dalam penerapan pemanfaatan limbah padat abu cangkang sawit sebagai alternatif bahan perbaikan tanah pada perkerasan jalan sehingga masyarakat dapat menerapkan pada proyek-proyek jalan di lingkungannya.
2. Keterampilan, wawasan dan kompetensi dalam penerapan perbaikan tanah lunak menggunakan campuran abu cangkang sawit yang diambil di pabrik kelapa sawit yang tersebar luas di sekitar lokasi mitra sekaligus untuk bahan campuran pada pembuatan *conblock* untuk material pada jalan dan lingkungan.
3. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan dalam hal produksi, pengopesian, pengelolaan usaha, sistem pemasaran, dan peningkatan sarana pendukung.

Melakukan demonstrasi tentang cara perbaikan tanah secara langsung menggunakan abu cangkang sawit dan demonstrasi pembuatan badan jalan dari *conblock* dengan campuran abu cangkang sawit. Melakukan demonstrasi dalam suatu kegiatan penyuluhan sangat efektif karena menunjukkan bukti nyata yang dapat dilihat sendiri oleh kelompok sasaran.

Dua bidang permasalahan utama yang menjadi prioritas untuk diselesaikan adalah masalah ketentraman hidup masyarakat dan ketersediaan fasilitas pendukung layanan. Gambar 5 menunjukkan diskusi yang dilakukan bersama lembaga masyarakat, tokoh masyarakat dan pemerintah setempat juga menyepakati beberapa solusi alternatif untuk memperbaiki kondisi jalan yang rusak salah satunya adalah pembuatan sistem saluran drainase jalan. Strategi pemeliharaan jalan pedesaan dilakukan dengan menentukan skala prioritas berdasarkan perbandingan nilai manfaat jalan sebelum dan setelah perbaikan.



Gambar 5. Pelaksanaan penyuluhan dan diskusi penyelesaian masalah

Penerapan Ipteks yang Ditawarkan untuk Menyelesaikan Masalah

Berdasarkan kesepakatan dengan mitra, maka disusun usulan pelaksanaan kegiatan penerapan model penyelesaian permasalahan di lapangan. Penerapan model ini akan mudah dan sederhana untuk diterapkan oleh mitra melalui program pengabdian kepada masyarakat. Ipteks yang mudah diterapkan di Desa Pulau Sejuk berupa perbaikan tanah dengan sistem stabilisasi tanah. Hal ini disepakati karena masyarakat dapat dengan mudah memperoleh material abu cangkang sawit yang tersedia di sekitar Desa Pulau Sejuk Kecamatan Datuk Lima Puluh Kabupaten Batu Bara – Sumatera Utara.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat Desa Pulau Sejuk Kecamatan Datuk Lima Puluh Kabupaten Batu Bara Sumatera Utara telah dilaksanakan bersama tim pengabdian. Masyarakat setempat cukup antusias mengikuti sosialisasi dan penyuluhan yang dibawa oleh tim pengabdian. Ilmu pengetahuan yang dibagikan kepada masyarakat berupa perbaikan tanah dengan sistem perkuatan dari material lokal. Tanah dasar jalan setempat memerlukan sistem perbaikan sebelum pembangunan jalan dilakukan. Material yang digunakan adalah abu cangkang sawit. Sistem ini bisa diterapkan karena ketersediaan material dan pelaksanaan pekerjaan yang sederhana.

Ucapan Terima Kasih (Optional)

Ucapan terima kasih disampaikan kepada tim pengabdian, mitra masyarakat maupun aparat Desa Pulau Sejuk Kecamatan Datuk Lima Puluh Kabupaten Batu Bara yang telah menyediakan tempat untuk pelaksanaan pengabdian ini.

Daftar Pustaka

- Azulaidin, Khairunnida, Ramadhan, Y., Syaharman, & Sarianto. (2021). Menyusun Laporan Keuangan Bagi UMKM di Masa Pandemi di Kelurahan Kenangan Kecamatan Percut Sei Tuan. *Japsi Kontribusi Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 14–18. <http://jurnal.unhamzah.ac.id/index.php/japsi/article/view/10>
- Cakrawijaya, M. A., Riyanto, B., & Nuroji. (2014). Evaluasi Program Pembangunan Infrastruktur Perdesaan di Desa Wonokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 25(2), 137–156. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2015.25.2.4>
- Darmawandi, A., Waruwu, A., Halawa, T., Harianto, D., & Muammar. (2020). Karakteristik tanah lunak Sumatera Utara berdasarkan pengujian kuat tekan bebas. *Semnastek UISU*, 1, 16–20.
- Saefudin, A., & Wulandari, S. (2019). Perbaikan Tanah Lempung Berlanau Menggunakan Kombinasi Perkuatan Anyaman Bambu dan Grid Bambu. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 18(1), 67–79.

-
- Surjandari, N. S. (2007). Pengaruh Anyaman Bambu terhadap Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Dangkal pada Tanah Kohesif. *Media Teknik Sipil*, 7(1), 49–56.
- Utama, A. M., Riyanto, Munawir, Z., & Sahfitra, A. A. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Peningkatan dan Pengelolaan dengan Identifikasi Masalah pada Badan Usaha Milik Desa (BUMDes). *Japsi Kontribusi Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 49–53.
- Azwansyah, H., Syafaruddin, A., dan Sutarto, Y. 2018. Analisis strategi pemeliharaan infrastruktur jalan perdesaan di Desa Sungai Rengas Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. *Prosiding PIT ke-5 Riset Kebencanaan IABI*, Universitas Andalas.
- Cakrawijaya, M.A., Riyanto, B., dan Nujori. 2014. Evaluasi Program Pembangunan Infrastruktur Perdesaan di Desa Wonokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 25(2): 137-156.
- Endriani, D., dan Ritonga, A. H., 2018. *The Influence of Addition Palm Shell Ash to Mineralogy and Phisical Properties of Clay Soil*. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(4), pp: 1518-1522.
- Hardiyatmo, H.C., 2010. *Stabilisasi Tanah untuk perkerasan Jalan*. Cetakan pertama, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.