

Pembangunan Saluran Drainase Serta Metode Pekerjaan Pada Proyek Radial Road Kelurahan Lontar Kecamatan Sambikerep Kota Surabaya

R. Endro Wibisono¹⁾, Laila Gupita²⁾

¹⁾ Prodi Transportasi, Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: endrowibisono@unesa.ac.id

²⁾ Prodi Transportasi, Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: Laila.22029@mhs.unesa.ac.id

Received: 2025-01-22; Accepted: 2025-03-21; Published: 2025-05-20

Abstract

Infrastructure development creates development in an area in the sector that is needed, such as the conversion of vacant land. The change of land use from forests to residential areas, commercial, industrial can significantly affect the water discharge of existing channels. The transfer of land functions requires infrastructure that can connect from one place to another, such as the construction of road network facilities. The Surabaya City Government through the Surabaya City Water Resources and Highways Office provides facilities such as Radial Road infrastructure in Lontar Village. The construction of new road infrastructure requires an adequate drainage system so that the road minimizes the emergence of various problems. Good drainage can help drain rainwater effectively, thereby reducing the risk of waterlogging and property damage. The purpose of this study is to find out the drainage channel work method carried out in this project. The researcher observed directly and took documentation to the field. Researchers also utilize literature, interviews, and data from companies to support research needs. So that the drainage channel construction work method is produced according to the project work plan. The observation results were obtained by the methods of scavenging work, earthworks, and installation work. There are Double U-Ditch Box materials type 150x150x120 cm fc'30 MPa, U-Ditch 150x150x120 cm fc'30 MPa, U-Ditch 40x60x120 cm fc'30 MPa, U-Gutter type 30x20x60 cm for water drainage, and Concrete Buis size 100x100x10 for infiltration wells needed in the construction of drainage channels in the Radial Road project.

Keywords: Drainage; Infrastructure; Building; Work Methode; U-Ditch.

Abstrak

Pembangunan infrastruktur menciptakan perkembangan pada suatu wilayah dalam sektor yang dibutuhkan seperti alih fungsi lahan kosong. Perubahan alih fungsi lahan dari hutan menjadi area pemukiman, komersial, industri secara signifikan dapat mempengaruhi debit air saluran eksisting. Pengalihan fungsi lahan membutuhkan prasarana yang dapat menghubungkan dari satu tempat ke tempat lain seperti pembangunan fasilitas jaringan jalan. Pemerintah Kota Surabaya melalui Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga Kota Surabaya menyediakan fasilitas seperti infrastruktur jalan Radial Road di Kelurahan Lontar. Pembangunan infrastruktur jalan baru memerlukan sistem drainase yang memadai agar jalan tersebut meminimalisir munculnya berbagai masalah. Drainase yang baik dapat membantu mengalirkan air hujan secara efektif, sehingga mengurangi risiko genangan air dan kerusakan property. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode pekerjaan saluran drainase yang dikerjakan pada proyek ini. Peneliti mengobservasi langsung dan mengambil dokumentasi ke lapangan. Peneliti juga memanfaatkan literatur, wawancara, dan data dari perusahaan untuk mendukung kebutuhan penelitian. Sehingga dihasilkan metode pekerjaan pembangunan saluran drainase sesuai rencana kerja proyek. Hasil observasi diperoleh metode pekerjaan perisapan, pekerjaan tanah, dan pekerjaan pemasangan. Tersedia material Double U-Ditch Box tipe 150x150x120 cm fc'30 MPa, U-Ditch 150x150x120 cm fc'30 MPa, U-Ditch 40x60x120 cm fc'30 MPa, U-Gutter tipe 30x20x60 cm untuk pelaluan air, dan Buis Beton ukuran 100x100x10 untuk sumur resapan yang dibutuhkan dalam pembangunan saluran drainase pada proyek Radial Road.

Kata Kunci: Drainase; Infrastruktur; Pembangunan; Metode Pekerjaan; U-Ditch.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur pada alih fungsi lahan menciptakan perkembangan pada suatu wilayah menjadi area pemukiman, komersial, industri sehingga berpengaruh pada peningkatan volume debit air saluran eksisting. Pemerintah Kota Surabaya melalui Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga Kota Surabaya menyediakan prasarana baru berupa infrastruktur jalan Radial Road Kelurahan Lontar. Pembangunan ini menghubungkan G-Walk Citra

Land menuju Jl. Yono Soewoyo untuk meningkatkan konektivitas dan mobilitas masyarakat.

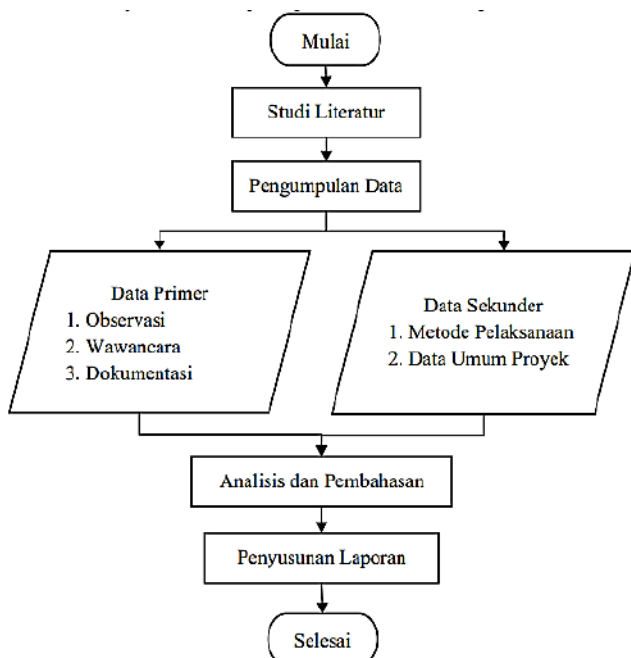
Pembangunan jalan baru memerlukan sistem drainase yang memadai agar drainase pada jalan tersebut meminimalisir munculnya berbagai masalah. Drainase yang baik dapat membantu mengalirkan limpasan air hujan secara efektif sehingga mengurangi risiko genangan air dan kerusakan properti. Pelaksanaan proyek infrastruktu jalan baru ini masih dalam tahap proses penyelesaian. Pada

proyek ini dibutuhkan beberapa material bangunan drainase untuk kelancaran saluran drainase. Material yang dibutuhkan adalah double u-ditch box tipe 150x150x120 cm fc' 30 MPa, u-ditch tipe 150x150x120 cm fc'30 MPa, u-ditch tipe 40x60x120 cm fc'30 MPa, u-gutter tipe 30x20x60 cm untuk pelaluan air samping trotoar, dan buis beton ukuran 100x100x10 cm untuk sumur resapan.

Pembahasan mengarah pada masalah yang lebih spesifik yaitu bagaimana metode pekerjaan saluran drainase dan apakah terdapat metode pekerjaan lain yang dikerjakan pada Proyek Radial Road Kelurahan Lontar Kecamatan Sambikerep Kota Surabaya.

METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mencapai tujuan penelitian. Data yang didapat akan diolah dengan tahapan pengelolaan data yang ditentukan sehingga dari hasil pengelolaan data tersebut nantinya menghasilkan suatu kesimpulan di akhir penelitian yang dilakukan ini.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan di proyek Radial Road yang menghubungkan area G-Walk Citra Land dengan Jl. Yono Soewoyo. Panjang pengerjaan mencapai 1,7 Km. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan melalui observasi langsung dan dokumentasi pekerjaan. Data sekunder diperoleh dari data perusahaan terkait pekerjaan proyek Radial Road. Perolehan data didapatkan selama melaksanakan kegiatan magang kerja praktik. Pengumpulan data memanfaatkan literatur-literatur, wawancara kepada staf karyawan proyek serta dokumentasi tiap item pekerjaan yang dibutuhkan.

PEMBAHASAN

Drainase merupakan sebuah bangunan yang menjadi media untuk mengalirkan massa air baik alami

maupun dari permukaan atau bawah permukaan dari suatu tempat yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan agar lahan tersebut bisa berfungsi secara optimal sesuai dengan kegunaannya. Bangunan dari sistem drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (interceptor drain) saluran pembawa (main drain), saluran induk (receiving waters), dan bahan air penerima (E, 2022). Adapun beberapa sistem jaringan drainase adalah sebagai berikut (Ridwan, 2022).

1. Sistem Jaringan Terpisah (Separate System)

Sistem jaringan terpisah adalah sistem dimana air buangan disalurkan tersendiri dalam jaringan roil tertutup, sedangkan limpasan air hujan disalurkan sendiri dalam saluran drainase khusus untuk air yang tidak tercemar. Air kotor dan air hujan terdapat sistem saluran masing-masing secara terpisah. Sistem ini dapat dipilih jika kualitas air yang jauh berbeda antara air buangan dan air hujan. Salah satu keuntungan sistem ini adalah tidak ada tambahan beban kapasitas air hujan saat instalasi pengelolaan air buangan.

2. Sistem Jaringan Tercampur (Pseudo Separate System)

Sistem jaringan terpisah mengalirkan air buangan dan air hujan melalui satu saluran yang sama. Pemilihan sistem ini didasarkan pada fluktuasi curah hujan dari tahun ke tahun relatif kecil. Hanya diperlukan satu sistem penyalur sehingga dalam pemilihannya lebih ekonomis. Sistem ini diperlukan area yang luas untuk tempat instalasi tambahan penanggulangan pada saat-saat tertentu.

3. Sistem Kombinasi (Combinated System)

Perpaduan antara saluran air buangan dan saluran air hujan yang dihubungkan dengan sistem perpipaan interceptor. Pemilihan sistem ini berdasarkan pada periode musim kemarau dan musim hujan yang lama dan fluktuasi air hujan yang tidak tetap.

Sistem drainase dapat menentukan macam-macam drainase untuk mendukung kebutuhan saluran. Berikut adalah macam-macam drainase.

1. Drainase Alamiah (Natural Drainage)

Terbentuk secara alami karena gerusan air akibat gravitasi bumi yang lambat laun membentuk jalan air permanen dan tidak terdapat bangunan-bangunan pendukung seperti gorong-gorong ataupun beton.

2. Drainage Buatan (Artificial Drainage)

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti gorong-gorong, pipa-pipa, dan sebagainya.

Drainase dapat dibedakan sesuai letak bangunannya yaitu drainase permukaan tanah (surface drainage) yang berada di atas permukaan tanah untuk mengalirkan air limpasan permukaan dan drainase bawah permukaan tanah (subsurface drainage) yang menyalurkan air limpasan melalui media dibawah permukaan tanah.

Dalam mengalirkan air pada saluran drainase dibutuhkan bangunan material yang dapat membantu kerja saluran. Pada pembahasan pada proyek Radial Road dibutuhkan material seperti *double u-ditch box*, *u-ditch*, *u-gutter*, dan buis beton. *Double u-ditch* atau seterusnya akan disebut DUB merupakan beton bertulang berbentuk segi

empat terpisah antara bagian atas dan bagian bawah. Tempat DUB berada di bawah jalan raya atau jalur transportasi, jembatan, dan jalur kereta api sebagai jalur penghubung untuk menyalurkan limpasan air hujan, pipa gas, pipa kabel listrik, dan lain sebagainya (Suyanto, 2008). Material ini berupa beton yang dapat tahan terhadap cuaca dan dipadukan dengan penulangan baja yang lentur pada struktur dapat memberikan kekuatan tinggi untuk menahan beban di atasnya serta bentuk persegi panjang dengan berbagai ukuran memungkinkan untuk dapat menerima volume air agar dapat mengalir dengan efisien dalam waktu yang singkat. Pengerjaan DUB dapat dilakukan dengan cor ditempat (cast in site) dan pracetak (precast), untuk proyek Radial Road ini mengadakan material saluran dengan pemesanan pracetak yang dibuat dari pabrik (Suratmi, Zainal, Tri Rahayu, & Royani, 2023).

Kemudahan pemasangan DUB dapat mempercepat proses pengerjaan di lapangan. Flaksibilitas desain struktur memungkinkan DUB adaptasi mudah terhadap berbagai kondisi tanah dan tuntutan proyek. Material ini memakan biaya produksi lebih tinggi dibandingkan dengan metode drainase lainnya (Beragam Jenis Box Culvert dan Kegunaannya, Apa Saja?, 2023).

Struktur DUB memiliki komponen pada bagian atas (top slab) sebagai penutup sekaligus menahan beban dari atas, bagian bawah (bottom slab) sebagai dasar dan menahan dari bawah, dan dinding sebagai pendukung struktur agar stabil, serta pengunci antara kedua bagian struktur untuk memastikan sambungan agar bagian atas dan bawah struktur tidak berpindah tempat. Pada proyek radial road digunakan jenis pengunci DUB sheet connector dan dowel bar. *Sheet connector* berupa batang baja yang tertanam di dalam beton dan menonjol keluar kemudian di las atau diikat dengan bagian yang lain. Jenis pengunci ini mampu menahan gaya geser yang besar (Precast Box & Culvert Guideline, 2016). *Dowel bar* berupa batang baja lurus yang ditanam di dalam beton dan berfungsi sebagai lanjutan tulangan sehingga dapat meningkatkan kesatuan struktur beton. Adapun cara lain dengan menggunakan pelat konektor struktural yang dipasang pada tempatnya (Precast Box & Culvert Guideline, 2016).

Pada proyek ini menggunakan u-ditch cover pada pembangunan saluran samping jalur pedestrian. Material ini merupakan konstruksi beton bertulang berbentuk huruf U hasil olahan yang dicetak menggunakan *moulding* besi dengan getaran tinggi dan diproduksi di pabrik khusus. Penutup material ini digunakan sebagai bak kontrol maupun penutup agar dapat dilewati kendaraan. Ketinggian saluran ini dapat bervariasi mengikuti kebutuhan di lapangan atau kebutuhan rencana. Secara fisik memiliki pada ujung masing-masing memiliki sambungan menggunakan *plat joint* (plat embedded dan sambungan butt joint atau male female) dimana pada sambungan cukup diberikan mortar sebagai penutup nat. struktur berbentuk U ini sangat efektif dalam menampung dan mengalirkan air hujan maupun limbah cair. Pemasangan struktur relatif mudah dipasang dan tidak memerlukan peralatan khusus. Biaya yang dibutuhkan lebih ekonomis daripada jenis lainnya. Proses pengiriman dari pabrik ke lapangan dibutuhkan alat

transportasi yang memadai agar menghindari risiko keretakan pada cetakan. Dibutuhkan alat berat dan tenaga kerja yang berpengalaman untuk proses pengerjaan pemasangan u-ditch.

Sumur resapan adalah salah satu teknik konservasi air berupa bangunan berbentuk sumur untuk tempat penampungan air yang datang dari atas tanah. Material yang digunakan suur resapan ini merupakan struktur modern berupa buis beton pracetak yang siap pakai untuk kebutuhan saluran air (News, n.d.). Material beton ini biasa disebut dengan nama *hong* atau *pipe concrete* karena bentuknya yang seperti pipa baik lingkaran pnuh atau pun setengah lingkaran. Fungsi utama material ini untuk menahan laju air mengalir masuk atau keluar. Buis beton merupakan material yang dapat mudah dipasang untuk kecepatan pemasangan. Daya tahan buis beton dapat melapisi dinding tanah dengan lebih baik. Biaya produksi material ini lebih terjangkau.

Metode pekerjaan adalah suatu rangkaian Langkah-langkah sistematis yang dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu dalam suatu proyek. Dalam konsteks konstruksi, metode pekerjaan merujuk pada cara-cara yang digunakan untuk melaksanakan suatu pekerjaan mulai dari tahap perencanaan hingga penyelesaian. Umumnya berisi uraian cara kerja dari masing-masing jenis kegiatan pekerjaan utama yang dapat dipertanggungjawabkan secara teknis, serta bagaimana tahapan dalam metode pelaksanaan pekerjaan harus relevan antara pelaksanaan pekerjaan dengan jadwal atau jangka waktu pelaksanaan pekerjaan dan analisa teknis suatu pekerjaan. Berikut merupakan tahapan pekerjaan pemasangan material konstruksi drainase.

1. Pekerjaan Persiapan

- a. Survei Lapangan dilakukan dalam tahap awal untuk menentukan peil banjir dan pematokan dilapangan sebagai pedoman dalam pemasangan. Hal ini dapat menentukan ketinggian tanah agar tidak terjadi kesalahan penentuan saluran untuk mencegah banjir meluap ke permukaan. Kelengkapan alat yang dibutuhkan seperti data perencanaan, alat ukur terkalibrasi (theodolite, bak ukur, dll), dan patok-patok penandaan.
- b. Pembersihan lahan (land clearing) dilakukan untuk membersihkan lahan dari tumbuhan atau pohon pada lokasi tersebut. Dilaksanakan sepanjang jalur pemasangan dan lokasi yang sekiranya akan dijadikan lokasi penempatan sementara dari pengadaan produk precast yang dikirim ke lapangan.



Gambar 2. Pengadaan U-Ditch 150.150.120 FC'30 MPa dan U-Gutter dan Cover Pelaluan Air 30.20.60 FC'30 MPa
Sumber: Dokumentasi Lapangan

2. Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah galian pada proyek ini dikerjakan dengan alat berat berupa excavator. Penggalian tanah dilakukan secara bertahap dan disesuaikan dengan kemampuan panjang pemasangan saluran perhari. Hal ini penting guna menghindari kerusakan tanah dasar galian dari limpasan air hujan. Kedalaman tanah galian dan lebar galian disesuaikan dengan kebutuhan. Pada proyek ini dalam galian dikerjakan dengan dilihat dari dasar saluran, tebal saluran, dan tebal dinding.



Gambar 3. Galian Tanah
Sumber: Dokumentasi Lapangan

Tanah dasar dipadatkan lalu dipasang cerucuk dolken dengan panjang minimal 2 m. Cerucuk dolken awalnya diruncingkan pada bagian ujung yang akan ditanamkan kedalam tanah. Cerucuk kemudian dipasang tegak lurus dengan cara didorong oleh bantuan dari *bucket* excavator untuk cerucuk bisa tertanam sampai kedalaman sesuai rencana. Cerucuk dolken ditanam dengan jarak 60x90 cm tiap cerucuk dolken untuk pondasi u-ditch.



Gambar 1. Pemasangan Cerucuk Dolken
Sumber: Dokumentasi Lapangan

3. Pekerjaan Pemasangan

- Pemasangan bouwplank dikerjakan dengan jarak maksimum 25 m untuk pengecekan keurusan maupun elevasi untuk menghindari lendutan benang. Tersedia benang pada as saluran dan benang lainnya dipasang pada sisi luar u-ditch untuk kelurusan pemasangan saluran. Pada umumnya bahan untuk bouwplank terbuat dari papan kayu dan benang.
- Pemasangan u-ditch dilaksanakan menggunakan excavator dengan tetap mengacu pada prosedur handling. Satu persatu material precast dipasang mengikuti jalur galian yang dibuat dari arah hilir ke hulu. Lalu melakukan urugan tanah kembali untuk menutup bekas galian yang lebih lebar pada

samping-samping u-ditch agar tidak berpindah posisi.

Pemasangan Material Bangunan Drainase

- Metode Pekerjaan Double U-Ditch Box 150x150x120 cm fc'30 MPa

- Galian tanah secara bertahap untuk pemasangan material double u-ditch box (DUB).



Gambar 2. Galian Tanah Untuk DUB
Sumber: Dokumentasi Lapangan

- Pengurugan sirtu pada galian DUB.
- Pemasangan cerucuk dolken.



Gambar 3. Pemasangan Cerucuk Dolken
Sumber: Dokumentasi Lapangan

- Pemasangan bouwplank untuk kelurusan pemasangan saluran.
- Pemasangan double u-ditch box 150x150x120 cm fc'30 MPa serta menyambungkan plat embedded dan sambungan plat joint pada jalur galian yang dibuat.



Gambar 4. Pemasangan Double U-Ditch Box 150x150x120 cm fc'30 MPa
Sumber: Dokumentasi Pribadi

- f. Urugan tanah kembali pada samping-samping double u-ditch agar tidak berpindah tempat.
- 2. Metode Pekerjaan U-Ditch & Cover 150x150x120 cm fc'30 MPa
 - a. Galian tanah secara bertahap untuk pemasangan u-ditch.
 - b. Pemasangan cerucuk dolken untuk menghindari kerusakan tanah.
 - c. Pemasangan bouwplank untuk kelurusan pemasangan saluran.
 - d. Pemasangan u-ditch dan cover 150x150x120 cm fc'30 MPa pada jalur galian yang dibuat.



Gambar 5. Pemasangan U-Ditch dan Cover 150x150x120 cm fc'0 MPa
Sumber: Dokumentasi Lapangan

- e. Urugan tanah kembali pada samping-samping u-ditch agar tidak berpindah tempat.
- 3. Metode Pekerjaan U-Ditch 40x60x120 cm fc'30 MPa
 - a. Galian tanah secara bertahap untuk pemasangan u-ditch.
 - b. Pemasangan bouwplank untuk kelurusan pemasangan saluran.
 - c. Pengurugan sirtu.
 - d. Pemasangan u-ditch 40x60x120 cm fc'30 MPa pada jalur galian yang dibuat.



Gambar 6. Pemasangan U-Ditch 40x60x120 cm fc'30 MPa
Sumber: Dokumentasi Lapangan

- e. Urugan tanah kembali pada samping-samping u-ditch agar tidak berpindah tempat.
- 4. Metode Pekerjaan U-Gutter dan Cover Pelaluan Air 30x20x60 cm fc'30 MPa serta Buis beton ukuran 100x100x10 cm
 - a. Galian tanah secara bertahap untuk pemasangan u-gutter dan buis beton (sumur resapan).

- b. Pemasangan bouwplank untuk kelurusan pemasangan saluran.
- c. Pengurugan sirtu.
- d. Pemasangan u-gutter dan cover tipe 30x20x60 cm dan buis beton 100x100x10 cm pada jalur galian yang dibuat.



Gambar 7. Pemasangan u-gutter dan cover tipe 30x20x60 cm fc'30 MPa
Sumber: Dokumentasi Lapangan



Gambar 8. Pemasangan Buis Beton 100x100x10
Sumber: Dokumentasi Lapangan

- e. Urugan tanah kembali pada samping-samping u-gutter dan buis beton agar tidak berpindah tempat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengambilan data di lapangan selama magang praktik kerja, maka dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat beberapa metode pekerjaan drainase yang dikerjakan dalam Proyek Radial Road. Pada lahan yang akan direncanakan pembangunan drainase dilasanakan survei lahan untuk mempersiapkan lahan sebagai tempat pembangunan saluran, pekerjaan tanah dengan galian dan pemasangan cerucuk dolken, dan pekerjaan pemasangan bouwplak unut menghindari kemiringan saat u-ditch dipasang pada galian. Berikut metode pekerjaan saluran drainase yang dibangun pada proyek Radial Road.

Metode Pekerjaan Double U-Ditch 150x150x120 cm fc'30 MPa

1. Galian tanah untuk saluran
2. Urugan sirtu
3. Pemasangan cerucuk dolken

4. Pemasangan bouwplank
5. Pemasangan double u-ditch
6. Urugan tanah Kembali

Metode Pekerjaan U-Ditch dan Cover 150x150x120 cm fc'30 MPa

1. Galian tanah untuk saluran
2. Pemasangan cerucuk dolken
3. Pemasangan bouwplank
4. Pemasangan u-ditch dan penutup
5. Urugan tanah Kembali

Metode Pekerjaan U-Ditch 40x60x120 cm fc'30 MPa

1. Galian tanah
2. Pemasangan bouwplank
3. Urugan sirtu
4. Pemasangan u-ditch
5. Urugan tanah Kembali

Metode Pekerjaan Double U-Gutter 30x20x60 cm fc'30 MPa dan Buis Beton Uk. 100x100x10 cm

1. Galian tanah untuk saluran
2. Pemasangan bouwplank
3. Urugan sirtu
4. Pemasangan u-gutter dan buis beton
5. Urugan tanah kembali

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini khususnya kepada teman mahasiswa dan pihak staff proyek Dupak dan Radial Road yang telah membantu dalam penyelesaian selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, M. S. D., Muhtadi, A., & Wibisono, R. E. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo–Jl. Mayjen Sungkono Terkait Pembangunan Underpass GKB Gresik. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 4(01).
- E, H. (2022). *Buku Teknik Sipil*. Retrieved from Apa Itu Drainase dan Sistem Drainase, Simak Penjelasan: https://www.gramedia.com/bestseller/drainase-2/?srsltid=AfmBOogzyevRETj3QD6MGS6Bogt8HMYxE9LUDLkcfAYqHrjzR5H-KFZ#google_vignette
- News. (n.d.). Retrieved from Pengertian Buis Beton Beserta Fungsinya: <https://asiacon.co.id/blog/pengertian-buis-beton-adalah-fungsi>
- Precast Box & Culvert Guideline. (2016). The Ontario Concrete Pipe Association. Retrieved from https://ccppa.ca/wp-content/uploads/2018/11/PrecastBoxCulvertGuideline_final_draft.pdf
- Ridwan, M. (2022). *Analisis Sistem Saluran Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Di Area Perumahan Grand Azizi Kota Padang Panjang*. Universitas

- Muhammadiyah Sumatera Barat, Teknik Sipil. Retrieved from <http://eprints.umsb.ac.id/716/1/MUHAMMAD%20RIDWAN%20181000222201094.pdf>
- Suratmi, Zainal, I., Tri Rahayu, S., & Royani, E. (2023). *Metode Pelaksanaan Pekerjaan Saluran Drainase Box Culvert*. (D. Febrikawati Ratna Dhahita, Ed.) CV. Amerta Media. Retrieved Desember 6, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/369749479_Metode_Pelaksanaan_Pekerjaan_Saluran_Drainase_Box_Culvert
- Suyanto. (2008). Drainase Saluran Tertutup Pada Jalan Raya. Retrieved Desember 6, 2024, from <https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/22484/1/068110065%20-%20Suyanto%20Fulltext.pdf>