

Reduksi Debit Limpasan Permukaan Dengan Menerapkan Sistem Ekodrainase di TPA Paras, Ponco Kusumo

Anna Catharina Sri Purna Suawati¹, Gunawan Wibisono²

¹Prodi Teknik Sipil – Universitas Katolik Widya Karya

²Prodi Teknik Sipil – Universitas Merdeka, Malang

Korespondensi Penulis: anna_sps@widyakarya.ac.id

(Received 3 Des 2024; Revised 10 Des 2024; Accepted 24 Des 2024)

Abstract.

Landfill is the final disposal site for all waste in an area. In general, landfills no longer carry out waste processing activities, so they just wait for the degradation process. In the waste degradation process, leachate will be produced. Leachate cannot be discharged directly into the environment, therefore it needs to be diluted first.

If a drainage channel is not built at the landfill site which could result in high surface flow discharge, then the surface flow will mix with leachate and pollute the environment. For this reason, drainage planning is needed which aims to reduce surface runoff. One way is to plan environmentally friendly drainage or ecodrainage by adding absorption wells.

The benefits of ecodrainage are, apart from reducing surface runoff, it also accelerates infiltration which allows water to seep into the surface, thereby replenishing groundwater. Based on rainfall calculations, a rainwater thickness of 10 cm is obtained, and to drain it, 128 infiltration wells are needed. The planned number of absorption wells is 1/4 of what is needed because some of the rainwater that falls on the roof is captured for clean water reserves.

Keywords: Ecodrainage, Surface runoff reduction

Abstrak.

Timbunan sampah adalah lokasi pembuangan akhir untuk semua limbah di suatu area. Secara umum, timbunan sampah tidak lagi melakukan kegiatan pengolahan limbah, jadi mereka hanya menunggu proses degradasi. Dalam proses degradasi limbah, limbah cair akan dihasilkan. Limbah cair tidak dapat dibuang langsung ke lingkungan, oleh karena itu perlu dicairkan terlebih dahulu.

Jika saluran drainase tidak dibangun di lokasi timbunan sampah yang bisa mengakibatkan pengaliran permukaan yang tinggi, maka aliran permukaan akan bercampur dengan limbah cair dan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, perencanaan drainase diperlukan yang bertujuan untuk mengurangi limpasan permukaan. Salah satu caranya adalah merencanakan drainase ramah lingkungan atau ekodrainase dengan menambahkan sumur serapan.

Manfaat ekodrainase adalah, selain mengurangi limpasan permukaan, ia juga mempercepat infiltrasi yang memungkinkan air meresap ke dalam tanah, sehingga mengisi kembali air tanah. Berdasarkan perhitungan curah hujan, ketebalan air hujan yang diperoleh adalah 10 cm, dan untuk mengalirkannya, dibutuhkan 128 sumur infiltrasi. Jumlah sumur serapan yang direncanakan adalah 1/4 dari yang dibutuhkan karena sebagian air hujan yang jatuh di atap ditangkap untuk cadangan air bersih.

Kata Kunci: Ekodrainase, Pengurangan limpasan permukaan

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah merupakan hal dialami seluruh negara, dimana dari waktu ke waktu timbulan sampah akan bertambah. Salah satu upaya upaya untuk menekan laju pertumbuhan timbulan sampah adalah dengan melakukan *reduce, re-use, re-cycle* dan *recovery* sampah. Tahap pertama untuk merealisasikan adalah dengan memilah sampah. Pemilahan sampah merupakan aktifitas untuk memisahkan sampah organik dan anorganik yang seharusnya sudah dilakukan di tempat sumber penghasil sampah. Sementara di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST), dilakukan pemilahan sampah lebih lanjut, dimana sampah anorganik akan

dipilah lagi berdasarkan jenis, sementara sampah organik diolah menjadi pupuk. Sisa pemilahan sampah anorganik yang merupakan residu itulah yang dibuang di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau *landfill*. Tempat Pengolahan Sampah Terpadu memiliki fungsi yang lebih kompleks dalam pengelolaan sampah, yaitu:

- 1) **Pengumpulan:** Sama seperti Tempat Pengumpulan Sampah (TPS), TPST berfungsi sebagai tempat mengumpulkan sampah padat dari berbagai sumber, terutama sampah domestic dari masyarakat.
- 2) **Pemilahan:** Di TPST, sampah dipilah berdasarkan jenisnya, seperti organik, non-organik, B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun), dan lain sebagainya.
- 3) **Penggunaan Ulang:** Sampah yang masih memungkinkan untuk digunakan kembali atau diolah dan dimanfaatkan lagi oleh masyarakat.
- 4) **Daur Ulang:** Sampah yang memiliki nilai ekonomis akan didaur ulang menjadi produk baru.
- 5) **Pengolahan:** Sampah organik akan diolah menjadi kompos dan diambil biogasnya.
- 6) **Pemrosesan Akhir:** Sampah yang tidak dapat diolah dengan cara lain akan diproses dengan aman dan ramah lingkungan, seperti dengan insinerasi atau *landfill* terkontrol atau diolah menjadi bahan bakar *Refuse Derived Fuel (RDF)*.

Tempat Pengolahan Sampah Terpadu memiliki peran penting dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Dengan mengolah sampah secara terpadu, TPST dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan, memperpanjang usia pakai TPA, meningkatkan kesehatan masyarakat, dan bahkan menghasilkan energi dan bahan baku baru.

Meskipun memiliki banyak kelebihan, pembangunan dan pengoperasian TPST membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Selain itu, TPST juga harus dikelola dengan baik agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

Secara keseluruhan, TPST merupakan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan untuk pengelolaan sampah dibandingkan dengan TPS dan TPA. Dengan terus mengembangkan teknologi dan meningkatkan kesadaran masyarakat, TPST dapat membantu mewujudkan lingkungan yang lebih bersih dan sehat.

Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di Paras direncanakan dibangun di wilayah TPA Paras, Ponco Kusumo, Kabupaten Malang. Lokasi di sekitar TPST berada di lingkungan TPA tersebut yang semula merupakan kebun tebu. Dengan dibangunnya TPST di sekitar TPA tersebut akan menyebabkan berkurangnya Ruang Terbuka Hijau (RTH). Perubahan penggunaan lahan pada daerah hijau menjadi sebuah bangunan besar akan menyebabkan berkurangnya daerah infiltrasi alami yang mengakibatkan cepatnya terjadi limpasan permukaan (*run-off*) dan menjadi salah satu penyebab banjir. Selain itu faktor alam seperti tingginya curah hujan, intensitas hujan, serta jenis tanah juga dapat menjadi penyebab banjir. Oleh karena lokasi TPST tersebut menjadi satu dengan TPA yang menghasilkan lindi, maka diperlukan sistem drainase berwawasan lingkungan atau ekodrainase agar tidak menimbulkan limpasan yang mengakibatkan banjir di kemudian hari maupun pencemaran lingkungan oleh rembesan air lindi.

Tujuan dari penelitian ini adalah analisis untuk mereduksi debit limpasan pada kawasan TPA dengan menerapkan sistem ekodrainase yang menjadi dasar perencanaan ekodrainase di wilayah tersebut.

Manfaat dari analisis adalah untuk merencanakan pengendalian debit limpasan dengan menerapkan sistem ekodrainase dan pencegahan pencemaran yang berasal dari air lindi TPA.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Berapakah volume air limpasan di lokasi TPA Paras?
- 2) Berapakah jumlah dan dimensi sumur resapan yang dibutuhkan?

3) Berapakah jumlah dan dimensi pipa berpori yang dibutuhkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengurangi debit limpasan permukaan maupun aliran di saluran drainasi menggunakan sumur resapan dan pipa berpori.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1) Mengurangi ketebalan limpasan permukaan, khususnya di permukaan jalan;
- 2) Mengurangi volume aliran di dalam saluran drainasi untuk mengurangi kemungkinan terjadinya banjir dan pencemaran air terutama dari lindi yang terbawa *run off*.

2. Kajian Teoritis

2.1 Limpasan Permukaan (*runoff*)

Limpasan permukaan (*runoff*) merupakan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dan mengalir menuju sungai, danau, laut atau sistem drainase terdekat. Limpasan permukaan akan terjadi karena intensitas hujan yang tinggi. Limpasan permukaan juga dapat terjadi akibat dari tanah sudah jenuh, atau pada lapisan tanah tidak lolos air (*impermeable*), atau pada lapisan yang tidak dapat menyerap air seperti beton, aspal, keramik dan sebagainya. Berkurangnya area resapan air akan memperbesar terjadinya aliran permukaan dan memicu terjadinya banjir (Progo, 2022).

2.2 Drainase Berwawasan Lingkungan

Drainase berwawasan lingkungan adalah upaya untuk mengelola kelebihan air di permukaan dengan berbagai metode. Metode-metode tersebut diantaranya menampung dalam bak tandon air, meresapkan sebanyak mungkin air ke dalam tanah secara alamiah, dan mengalirkan ke sungai terdekat tanpa menambah beban terhadap sungai yang bersangkutan serta memelihara sistem sehingga berdaya guna berkelanjutan. (Manto & Kadri, 2020) (Wibisono et al., 2022)

2.3 Sistem Ekodrainase (Manto & Kadri, 2020)

1) Penampungan Air Hujan (PAH) atau *Rain Water Harvesting*

Kolam/bak/tangki yang digunakan untuk menampung air hujan yang jatuh di atap bangunan baik rumah maupun gedung dan disalurkan melalui talang. Air yang tertampung dikelola sedemikian rupa (dengan penyaringan dan desinfektan) sehingga dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Penampungan Air Hujan bisa menjadi sumber cadangan air di saat musim kemarau, atau pada daerah yang tidak memiliki air tanah, maupun daerah yang permukaan air tanahnya sangat dalam. Dengan sistem penampungan ini, maka air hujan yang turun tidak akan hilang dan terbuang begitu saja sebagai *run off*.

Sumur Resapan

Sumur resapan adalah bangunan resapan berupa galian yang berfungsi menampung air hujan agar meresap ke dalam tanah. Pembuatan sumur resapan merupakan salah satu upaya untuk menjaga sumber daya air tanah, perbaikan kualitas lingkungan/mencegah banjir, untuk menambah jumlah air yang masuk ke dalam tanah. Upaya tersebut dapat menjaga kesetimbangan hidrologi air dan mempertinggi muka air tanah, mengurangi limpasan permukaan (*run off*) dan erosi tanah.

1) Biopori

Biopori adalah lubang galian yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah sebagai metode resapan limpasan permukaan. Biopori secara ukuran lebih kecil dibandingkan sumur resapan. Biopori dibuat dengan cara membuat lubang sedalaman 80-100 cm dengan

diameter 10-30 cm pada tanah dan memasukkan sampah organik untuk menghasilkan kompos. Hal ini dilakukan untuk menghidupi fauna di dalam tanah seperti cacing sehingga dapat menciptakan pori-pori di dalam tanah. Pori-pori inilah yang akan menjadi jalan air dari lubang biopori ke dalam tanah sehingga dapat menyerap dengan baik air ke dalam tanah. Upaya ini untuk menambahkan cadangan air tanah pada musim hujan dalam menghadapi musim kemarau berikutnya. Biopori juga dapat dimodifikasi dengan menggunakan pipa berpori, sehingga resapan air hujan di dalam pipa tidak hanya secara vertical, tetapi juga horizontal, sehingga pipa tidak cepat penuh.

2) Bioretensi

Bioretensi merupakan suatu sistem manajemen air hujan yang berupa daerah dangkal bervegetasi yang didesain untuk menerima, menahan, menyimpan, dan meresapkan limpasan air permukaan ke dalam tanah sehingga dapat dikendalikan dan dimanfaatkan. Bioretensi adalah teknologi aplikatif dengan menggabungkan unsur tanaman dan air dalam suatu bidang lahan. Komponen utama dari bioretensi ada 2 bagian, yaitu; permukaan bervegetasi yang merupakan zona penggenangan dan tampungan air hujan sementara, serta media tanah bioretensi yang merupakan zona filtrasi dan infiltrasi. Bioretensi dapat diterapkan pada taman kota atau jalur hijau pembatas jalan.

3) Kolam Retensi

Kolam retensi adalah sebuah kolam yang berfungsi untuk menampung air hujan sementara waktu dengan memberikan kesempatan untuk dapat meresap ke dalam tanah yang operasionalnya dapat dikombinasikan dengan pompa atau pintu air, selanjutnya akan dialirkan ke sungai. Selain itu kolam retensi dibuat untuk menggantikan fungsi lahan resapan yang sudah tidak bisa lagi menjalankan fungsi dengan maksimal dikarenakan sudah tertutup bangunan ataupun telah beralih fungsi menjadi kawasan terbangun. Kolam retensi akan menampung air hujan secara langsung dan juga menampung aliran air dari sistem drainase yang kemudian diresapkan ke dalam tanah.

2.4 Tekstur dan Komposisi Tanah

Pengukuran laju infiltrasi di lapangan membutuhkan banyak waktu, biaya dan tenaga. Sehingga diperlukan estimasi terkait permodelan laju infiltrasi agar penentuannya menjadi lebih mudah dan efisien. Namun, dalam mengestimasi laju infiltrasi, dapat dipilih metode yang tepat untuk menetapkan parameter model empiris infiltrasi masih sulit ditemukan karena ada banyaknya faktor pengaruh laju infiltrasi. Hal itu juga dipengaruhi oleh kondisi dan hambatan yang ada di lapang (Sonora et al., 2022)

Partikel Tanah (Fahriana et al., 2019) (Analisis Klasifikasi Tanah Dengan Metode USCS, 2019)

Menurut Bowles dkk, tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

- 1) Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
- 2) Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- 3) Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (< 1 mm).
- 4) Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau didekat garis pantai pada muara sungai.

- 5) Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.

3. Metodologi

Tempat penelitian adalah TPA Paras, Kecamatan Ponco Kusumo, Kabupaten Malang. Waktu pelaksanaan penelitian adalah Februari – Mei 2024.

Penelitian dilakukan untuk analisis dan merencanakan sistem drainase berwawasan lingkungan di TPA Paras. Drainase berwawasan lingkungan diterapkan dengan sistem pemanfaatan air hujan yang terdiri dari kolam tampung, sumur resapan dan pipa berpori.



Gambar 1: Lokasi Penelitian

3.1 Bahan Penelitian:

Bahan penelitian data mengenai curah hujan harian rata-rata dan data susunan geologi tanah atau tekstur tanah (Andayono & Palinto, 2023) yang dominan pada lokasi penelitian.

3.2 Metode

Saluran drainase yang direncanakan sebagian berada di atas bekas *land fill*, sehingga lapisan permukaan harus dikupas cukup dalam. Dalam perencanaan *cut and fill (grading plan)*, direncanakan tanah dikupas setebal 2,5 m. Karena saat ini belum dilaksanakan pengupasan tanah, maka pengukuran laju infiltrasi menggunakan infiltrometer tidak bisa dilaksanakan. Oleh karenanya metode analisis yang digunakan adalah sebagai berikut:

Analisis dilakukan dengan cara:

- 1) Mengukur luas area penelitian dengan memanfaatkan fasilitas google earth dan data hasil pengukuran topografi
- 2) Analisis infiltrasi menggunakan data hasil survei geologi tanah (Fahriana et al., 2019) untuk melihat koefisien infiltrasi pada jenis tanah yang dominan di lokasi penelitian.
- 3) Dilakukan analisis disain sumur resapan dengan rumus:

$$Q = C * I * A \dots\dots\dots(1)$$

Q = debit (volume/waktu)

C = koefisien permukaan tanah

I = Intensitas

A = luas

Berdasarkan jenis tanah, maka rumus yang digunakan adalah:

$$Q_{Ar} = (K \times A_s) + (K \times L \times H) \dots\dots\dots (2)$$

K = permeabilitas tanah (sesuai dengan jenis tanah)

A_s = Luas

L = keliling

H = Kedalaman

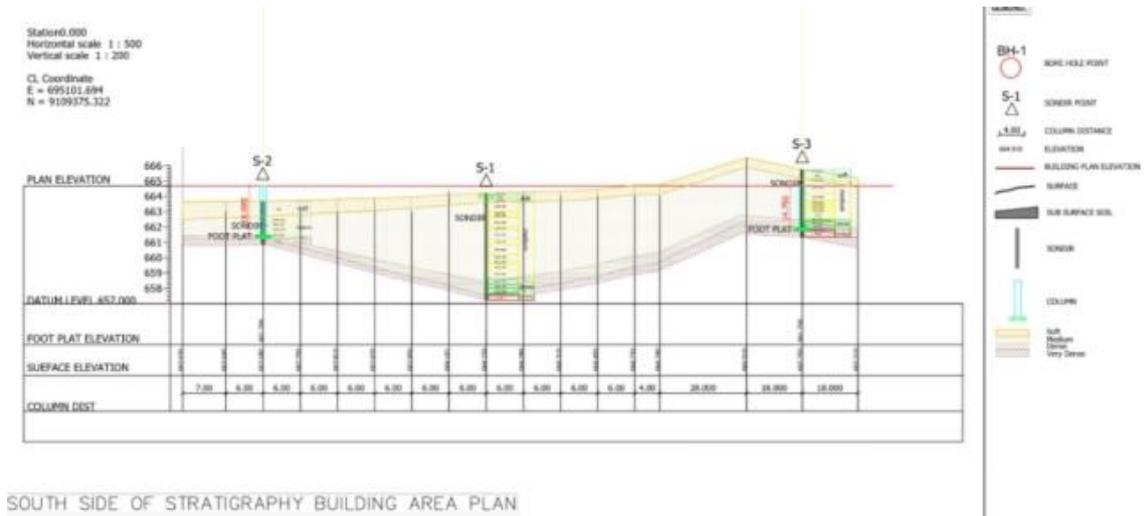
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Investigasi Tanah

Data investigasi tanah di lokasi penelitian menunjukkan susunan lapisan tanah sebagaimana disajikan dalam gambar berikut:



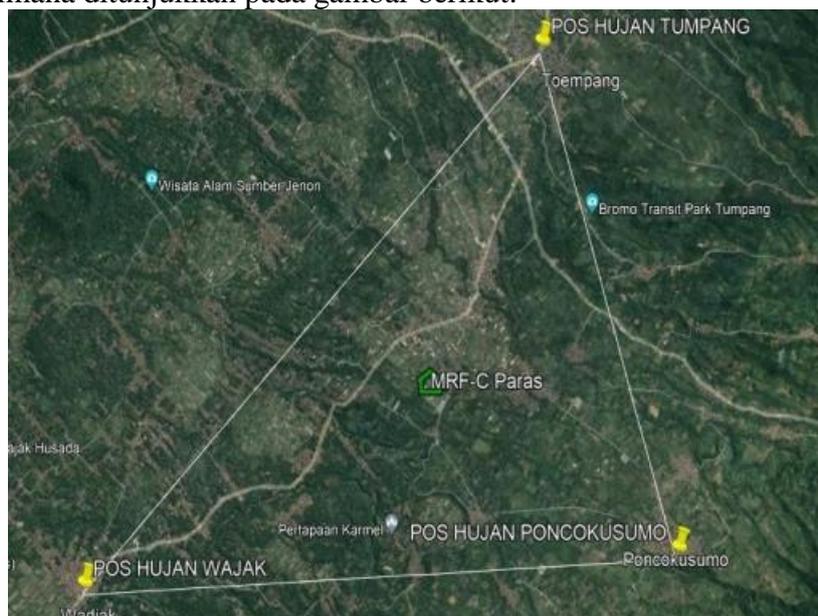
Gambar 4.1: Lapisan tanah pada lokasi titik sondir pada bangunan utama
Sumber: CEC 2023 (Civil Work Calculation)



Gambar 4.2: Lapisan tanah pada lokasi titik sondir pada bangunan utama
Sumber: CEC 2023 (*Civil Work Calculation*)

Sebagian besar tanah di lokasi tersebut berupa timbunan sampah (*land fill/embankment*) aktif. Oleh karenanya saluran drainase direncanakan di lokasi bekas *land fill* yang sudah tidak aktif. Dalam pelaksanaan pekerjaan sipil, direncanakan tanah permukaan dikupas sedalam 2 m untuk mendapatkan tanah yang stabil. Kemudian tanah diganti dengan tanah setempat dari titik lain. Dari hasil *boring* yang dilakukan pada kedalaman 2,16 - 4,21 merupakan tanah *sandy silt* dan *silty sand*. Hasil pengeboran dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 di atas.

Data curah hujan diperoleh dari 3 stasiun pos hujan terdekat yang melingkupi wilayah penelitian, yaitu Pos Hujan Tumpang, Pos Hujan Wajak dan Pos Hujan Poncokusumo, sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4.3: Lokasi Pos Penangkar Hujan
Sumber: Google Earth 2023

4.2 Curah hujan rata-rata selama 20 tahun

Data curah hujan harian selama 20 tahun yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1: Data Curah Hujan Rata-rata 20 Tahun, Stasiun Wajak, Tumpang dan Poncokusumo

No	Wajak (A)			Tumpang (B)		Ponco-kusumo (C)		Total Average Annual Rainfall	
	Year	Annual Rainfall	Max Rainfall	Year	Annual Rainfall	Max Rainfall	Year		Annual Rainfall
1	2003	1994	118	2003	1618	78	2003	1648	
2	2004	2255	87	2004	1672	100	2004	2706	
3	2005	2247	130	2005	1954	63	2005	2123	
4	2006	2255	87	2006	2241	88	2006	2058	
5	2007	2587	185	2007	2087	137	2007	1740	
6	2008	2067	112	2008	1938	145	2008	1889	
7	2009	2196	127	2009	1890	98	2009	2183	
8	2010	3656	134	2010	3714	81	2010	3363	
9	2011	1786	80	2011	2306	72	2011	1739	
10	2012	2127	137	2012	2203	127	2012	1864	
11	2013	2090	70	2013	2320	135	2013	2345	
12	2014	1848	116	2014	1786	135	2014	1446	
13	2015	1942	125	2015	1979	89	2015	1488	
14	2016	3409	82	2016	2375	125	2016	2657	
15	2017	1929	134	2017	2018	77	2017	2386	
16	2018	1630	105	2018	1540	75	2018	1369	
17	2019	1145	70	2019	1853	72	2019	1510	
18	2020	2630	139	2020	2840	98	2020	3098	
19	2021	3776	118	2021	3523	597	2021	4031	
20	2022	2821	100	2022	2478	89	2022	3378	
	Rata-rata	2319,5			2216,75			2251,05	2262,43

Sumber: (Dinas PU SDA, 2023)

Rata-rata hari hujan yang didapat dari stasiun lain, yaitu stasiun Ciliwung, Kedung Kandang dan Karang Ploso Malang sebesar 123 hari/tahun. Nilai *Coefficient run off (C)* menunjukkan sangat dipengaruhi oleh tutupan lahan pada lokasi:

Tabel 4.2: Koefisien *Run off* berdasar tutupan lahan

No	Surface Condition	Flow Coefficient (C)	Runoff Factor (fk)
1	Concrete and asphalt roads	0,60 - 0,80	-
2	Gravel and land roads	0,40 - 0,70	-
3	Roadside		
	a. Fine-Grained Soils	0,40 - 0,65	-
	b. Coarse-Grained Soils	0,10 - 0,20	-
	c. Hard Massive Rock	0,70 - 0,35	-
	d. Hard Massive Rock	0,60 - 0,75	-
4	Urban Area	0,70 - 0,95	2
5	Suburban Area	0,60 - 0,70	1.5
6	Industrial Area	0,60 - 0,90	1.2
7	Dense Settlements	0,60 - 0,80	2
8	Non-dense Settlements	0,40 - 0,60	1.5
9	Parks and Gardens	0,20 - 0,40	0.2
10	Rice Fields	0,45 - 0,60	0.5
11	Hills	0,70 - 0,80	0.4
12	Mountains	0,75 - 0,90	0.3

Source: (SNI-03-3424-1994, 1994)

Tabel 4.3: *Coefficient run off (C)* pada timbunan sampah

Jenis timbunan sampah	Nilai C
Timbunan sampah dengan komposisi sampah padat yang terkompaksi dengan baik dan bervegetasi	0,30 - 0,50
Timbunan sampah dengan komposisi sampah campuran yang terkompaksi dengan baik dan bervegetasi	0,50 - 0,70
Timbunan sampah dengan komposisi sampah organik yang longgar dan tidak bervegetasi	0,70 - 0,90

(Tewu & Lientje Theffie, 2024)

Sumber: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/cocos/article/view/12097/1168>

Nilai koefisien permeabilitas (K) berdasarkan jenis tanah adalah sebagai berikut:

Typical Coefficient of Permeability k Values for Different Soils

Relative Permeability	Coefficeint of Permeability k, (cm/sec)	Tyoical Soils
Very permeable	$> 1 \times 10^{-1}$	Coarse gravel
Medium permeable	1×10^{-1} to 1×10^{-3}	Sand, fine sand
Low permeable	1×10^{-3} to 1×10^{-5}	Silty sand, dirty sand
Very low permeable	1×10^{-5} to 1×10^{-7}	Silt, fine sandstone
Impervious	$< 1 \times 10^{-7}$	Clay

(Ishibashi & Hazarika, 2011)

Kedalaman lokasi *Silty Sand* rata-rata diasumsikan berada 3 m di bawah permukaan tanah. Untuk itu ditetapkan nilai K 1×10^{-3} cm/dtk.

Kondisi tanah di lokasi TPA Paras yang direncanakan saluran drainase berupa tanah padat bekas timbunan sampah dan tidak bervegetasi, sehingga ditetapkan nilai *coefficient run off* = 0,75

4.3 Perencanaan Sumur Resapan Menggunakan Buis Beton Berpori

Berdasarkan Rata-rata Curah Hujan Tahunan 2003-2022

Nilai total rata-rata hujan per tahun = **2262,43**

$$\begin{aligned} \text{Hujan harian} &= \text{rata-rata hujan pertahun/jumlah hari hujan} \\ &= 2262,43/123 \\ &= 18,39 \text{ mm/hari} = 0,0184 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Luas area} = 4,2 \text{ ha} = 42.000 \text{ m}^2$$

Asumsi durasi hujan = 3 jam

$$\begin{aligned} Q &= C \cdot I \cdot A \\ &= 0,75 * 0,0184 * 42.000 \\ &= 579,40 \text{ m}^3/3\text{jam} \\ Q \text{ 1 jam} &= (579,40 \text{ m}^3/3\text{jam})/ 3 \\ &= \mathbf{193,13} \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal air/m}^2 &= C \cdot I \\ &= 0,75 * 0,0184 \\ &= 0,01 \text{ m} \\ &= 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

Direncanakan sejumlah sumur resapan di sekitar main building bangunan TPST dan jalan (road 1 dan road 2)

$$\begin{aligned} \text{Rencana kedalaman (h)} &= 3 \text{ m} \\ \text{Material buis beton diameter} &= 0,8 \text{ m} \\ \text{Luas permukaan (A)} &= \frac{1}{4} * \pi * d^2 \\ &= 0,502 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas tampung} &= A * h \\ &= 0,502 * 3 \\ &= 1,51 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sumur resapan} &= Q_{1 \text{ jam}}/\text{kapasitas tampung} \\ &= \mathbf{193,13}/1,51 \\ &= 128 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan biaya, maka direncanakan dibangun 1/4 dari jumlah seharusnya, sehingga jumlah sumur resapan adalah 32 buah. Karena tidak dilakukan pengukuran infiltrasi di lapang, maka berdasarkan data empiris ditetapkan nilai koefisien permeabilitas (K) *Silty Sand* pada kedalaman 3 m adalah $1 * 10^{-3} \text{ m/dtk}$.

Waktu yang dibutuhkan untuk meresapkan air dalam 1 sumur resapan adalah

Kapasitas tampung Sumur Resapan/K

$$= 1,51\text{m}^3/1*10^{-3} \text{ m/dtk}$$

$$= 0,42 \text{ jam}$$

$$= 25,12 \text{ menit}$$

Jika dibulatkan 1 buah sumur resapan akan meresapkan air pada jam pertama selama 30 menit, maka pada 1/2 jam pertama durasi hujan masih terdapat ketebalan air kurang dari 7,5 cm yang berangsur-angsur meresap dan habis dalam waktu 1,5 jam.

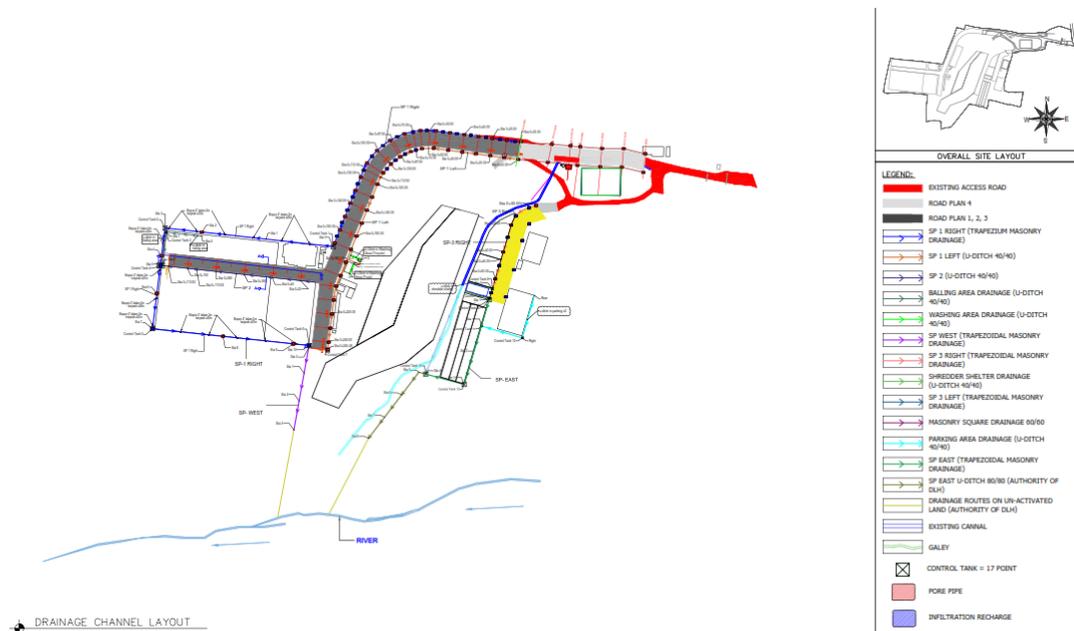
Jika dibuat 32 buah sumur resapan, maka pada 1,5 jam pertama akan mengurangi debit sebesar $=32*1,51\text{m}^3$
 $= 48 \text{ m}^3/1,5 \text{ jam}$

Q akan berkurang sebesar $32 \text{ m}^3/\text{jam}$.

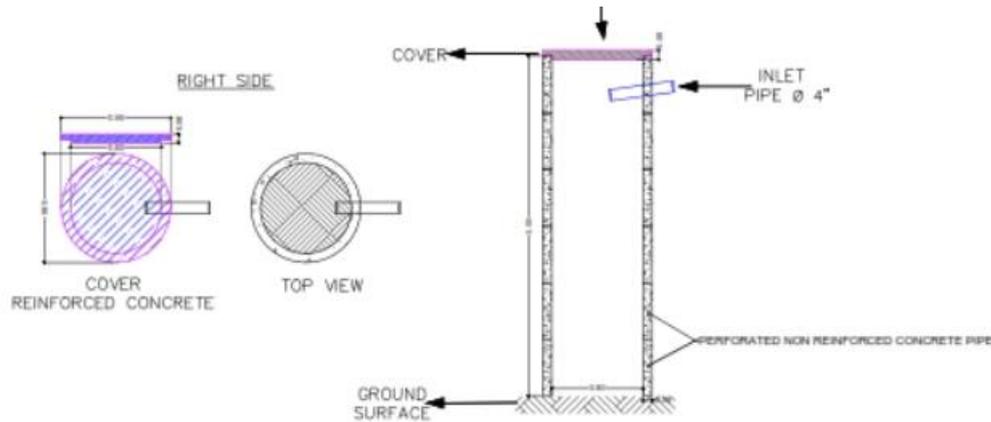
Dengan demikian Q akan habis meresap dalam waktu $= 193,13 /32 = 6,04 \text{ jam}$. Namun demikian tidak semua air hujan yang jatuh akan diresapkan ke dalam tanah, karena ada sebagian yang jatuh di atas atap akan ditampung untuk dijadikan sumber air bersih di musim hujan, selain supply dari PDAM.

Dari hasil perhitungan tersebut, maka dibuatlah rencana sumur resapan di samping saluran drainasi sebagaimana pada gambar berikut.

Di sekitar bangunan utama TPST, Sumur Resapan diletakkan di bagian belakang, yaitu Barat dan Selatan untuk mengurangi *run off* agar tidak sampai menggenang atau masuk pada bangunan. Sementara pada sisi utara tidak dipasang Sumur Resapan karena air hujan dari atap ditangkap dan dimanfaatkan untuk cadangan kebutuhan air bersih.



Gambar 4.3: Rencana penempatan Sumur Resapan



Gambar 4.4: Detail Rencana Sumur Resapan

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

- 1) Dengan menggunakan Sumur Resapan yang terbuat dari buis beton diameter 0,8 m dan kedalaman 3 m, maka akan mereduksi ketebalan air hujan di atas permukaan sebesar 2,5 cm yang berada di atas permukaan Sumur Resapan, selama 25,12 menit.
- 2) Karena keterbatasan lokasi yang memungkinkan dibuat sejumlah 128 Sumur Resapan, maka direncanakan 1/4 dari total rencana, yaitu sebanyak 32 buah.
- 3) Jika direncanakan 32 buah Sumur Resapan, maka pada lokasi tersebut debit akan berkurang sebesar 32 m³/jam.
- 4) Apabila seluruh *run off* diresapkan ke dalam tanah menggunakan 32 Sumur Resapan, maka dibutuhkan waktu sekitar 6 jam untuk menghabiskan air di atas permukaan.

5.2 Saran

- 1) Untuk mengantisipasi lambatnya run off terserap ke dalam tanah, maka seharusnya Sumur Resapan dan pipa berpori ditambahkan jumlahnya.
- 2) Letak sumur resapan dan pipa berpori tidak hanya di sepanjang saluran drainasi, tetapi juga di tempat-tempat terbuka yang tidak tertutup konstruksi.

6. Daftar Referensi

- Andayono, T., & Palinto, G. (2023). Hubungan Tekstur Tanah Terhadap Laju Infiltrasi di Daerah Pengembangan Permukiman Kota Padang. *Cived*, 10(2), 355–364. <https://doi.org/10.24036/cived.v10i2.391>
- Dinas PU SDA. (2023). *Data Curah Hujan Kabupaten Malang*.
- Fahriana, N., Ismida, Y., Lydia, E. N., & Ariesta, H. (2019). Analisis Klasifikasi Tanah Dengan Metode Uscs (Meurandeh Kota Langsa). *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 6(2), 005–013. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/1622/1284>
- Ishibashi, I., & Hazarika, H. (2011). *Soil Mechanics Fundamentals*. CRC Press Taylor, Francis Group, USA.
- Manto, A., & Kadri, T. (2020). Reduksi Debit Limpasan Dengan Menerapkan Sistem Ekodrainase Pada Kawasan Perumahan. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, 3(2), 104–109. <https://doi.org/10.25105/cesd.v3i2.8552>

- SNI-03-3424-1994. (1994). *SNI-03-3424-1994 tentang TATA CARA PERENCANAAN DRAINASE PERMUKAAN JALAN*. Kementerian PUPR.
- Sonora, W. E., Harisuseno, D., & Fidari, J. S. (2022). Prediksi Laju Infiltrasi Berdasarkan Porositas Tanah dan Komposisi Tanah. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1), 291–303. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.01.24>
- Tewu, R. W. G., & Lientje Theffie, K. (2024). KAJIAN SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH PADA TANAH BERPASIR DI DESA NOONGAN KECAMATAN LANGOWAN BARAT (STUDY OF SOIL PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES ON THE SANDY SOIL OF THE VILLAGE NOONGAN DISTRICT LANGOWAN WEST). *COCOS*, 16(4). <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/cocos/article/view/12097/11678>
- Wibisono, A., Fitriani, E. N., Paksi, D., & Wibowo, D. (2022). SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN (ECODRAIN) DI DEPO BACK UP AREA KBN SBU KAWASAN MARUNDA. In *Jurnal Konstruksia* / (Vol. 14, Issue 1).