

ANALISIS KOEFISIEN PERMEABILITAS UNTUK DESAIN SUMUR RESAPAN DI DAERAH HULU SUNGAI SEBAGAI MITIGASI BENCANA BANJIR

Juli Marliansyah

*Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian,
Email: julimarliansyah@gmail.com*

ABSTRAK

Pasir Pengaraian merupakan ibukota Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau yang dibelah oleh sungai Rokan Kanan. Pada bulan Oktober-Desember setiap tahunnya sering terjadi banjir di Pasir Pengaraian dengan tingkat potensi bahaya banjir sedang. Konsep sumur resapan dinilai tepat untuk mengatasi permasalahan ini, dengan koefisien permeabilitas yang menjadi parameter untuk mendisain sumur resapan tersebut. Diharapkan dengan mendisain sumur resapan yang sesuai dengan koefisien permeabilitas, maka masyarakat bisa memanfaatkan disain sebagai mitigasi bencana banjir yang ada di Pasir Pengaraian.

Penelitian ini direncanakan melewati tahapan-tahapan sebagai berikut, pertama yaitu persiapan, pada tahapan persiapan yang dilakukan yaitu merumuskan masalah penelitian, tujuan penelitian, menentukan hipotesis dan menggali kepustakaan serta survei awal lapangan dimana tempat pengambilan sampel tanah yang akan di uji di laboratorium, sehingga penelitian dapat berjalan lancar. Kedua yaitu mengumpulkan data, langkah yang dilakukan dalam tahap ini adalah survei lapangan lanjutan untuk pengambilan sampel tanah di beberapa titik yang akan diuji di laboratorium. Ketiga pengambilan sampel tanah, pengambilan sampel tanah menggunakan metode Pengambilan Sampel Tanah dengan Tabung Berdinding Tipis. Cara ini dilakukan untuk mendapatkan sampel tanah yang lebih asli (lebih menyerupai kondisi aslinya di lapangan dan tidak banyak kerusakan oleh metode sampling tanah). Keempat pengujian Laboratorium, pada tahapan ini sampel tanah yang didapat dari lapangan diuji di laboratorium dengan uji konsolidasi (consolidation test) (ASTM D 2435 - 90). Konsolidasi adalah proses keluarnya air dari rongga pori dari tanah jenuh dengan permeabilitas rendah akibat beban. Terakhir yaitu analisis Data Laboratorium, Setelah data pada pengujian laboratorium terkumpul maka dilakukan proses disain sumur resapan berdasarkan SNI 03-2453-2002 tentang Tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan, dengan melihat nilai koefisien permeabilitasnya.

Kata kunci: Permeabilitas, Sumur Resapan, Mitigasi, Bencana, Banjir

1. PENDAHULUAN

Meluapnya sungai yang diakibatkan naiknya debit air akibat curah hujan disebut banjir. Kepala Hubungan Masyarakat Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Sutopo mengatakan, berdasarkan peta bahaya banjir di Indonesia, sedikitnya terdapat 315 kabupaten dan kota di daerah yang berpotensi mengalami banjir sedang hingga tinggi. Jumlah penduduk terpapar dari bahaya banjir sedang ke tinggi bisa mencapai 63,7 juta jiwa (26,8 % penduduk nasional), yang terbagi menjadi 50,8 juta terpapar banjir tinggi dan 12,9 juta terpapar banjir sedang. Risiko banjir pun akan meningkat ketika memasuki musim penghujan. Terdapat 10 kawasan yang perlu mendapat perhatian terhadap banjir, salah satunya Kawasan Riau yaitu sungai Siak, sungai Kampar, dan sungai Rokan. <https://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/17/11/19/ozng90382-bnpb-bencana-banjir-terus-terjadi-di-indonesia>)

Pasir Pengaraian merupakan ibukota Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau yang dibelah oleh sungai Rokan Kanan. Pada musin hujan, yaitu bulan Oktober-Desember setiap tahunnya sering terjadi banjir di Pasir Pengaraian dengan tingkat potensi bahaya banjir sedang. Dengan seringnya terjadi banjir di ibukota Kabupaten

Rokan Hulu, maka berdampak pada akses transportasi yang terputus sehingga berakibat lumpuhnya aktivitas masyarakat. Dalam hal ini pemerintah sebenarnya sudah berupaya membangun tanggul di sisi-sisi sungai Rokan kanan, tetapi dengan keterbatasan anggaran, panjang tanggul tidak bisa maksimal. Jika banjir dengan debit air yang lumayan tinggi maka tanggul yang ada tidak bekerja efektif.

Sebagai mana diketahui bahwa banjir pada suatu kawasan terjadi akibat kiriman debit air pada kawasan hulu sungai, hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Kawasan hulu sungai Rokan kanan merupakan kawasan yang terdapat beberapa desa/pemukiman. Hal ini tentu menyebabkan air hujan yang harusnya jatuh ke permukaan bumi menjadi terhalang oleh atap rumah penduduk desa, belum lagi pekarangan yang dulunya ditumbuhi pepohonan berubah menjadi lautan beton. Kondisi ini menyebabkan kurangnya infiltrasi yang ada pada kawasan hulu sungai Rokan kanan. Konsep sumur resapan dinilai tepat untuk mengatasi permasalahan ini, dengan koefisien permeabilitas yang menjadi parameter untuk mendisain sumur resapan tersebut. Diharapkan dengan mendisain sumur resapan yang sesuai dengan koefisien permeabilitas, maka masyarakat bisa memanfaatkan disain sebagai mitigasi bencana banjir yang ada di Pasir Pengaraian.

2. RUMUSAN MASALAH

Bagaimanakah koefisien permeabilitas untuk desain sumur resapan di daerah hulu sungai sebagai mitigasi bencana banjir?

3. TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui koefisien permeabilitas untuk desain sumur resapan di daerah hulu sungai sebagai mitigasi bencana banjir?

4. BATASAN MASALAH

Pada penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal, yaitu :

1. Pengambilan sampel dilakukan di Kecamatan Bangun Purba.
2. Proses infiltrasi diabaikan dalam penelitian ini.
3. Perbedaan musim diabaikan dalam penelitian ini.
4. Parameter yang dianalisis yaitu koefisien permeabilitas.

5. RENCANA TARGET CAPAIAN TAHUNAN

Untuk rencana target capaian tahunan akan disajikan pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Rencana target capaian tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian				
	Kategori	Sub Kategori	2019	2020	2021	2022	2023
1	Artikel ilmiah dimuat di jurnal	Internasional	tidak ada				
		Nasional Terakreditasi		published			
		Nasional tidak terakreditasi	published				
2	Artikel ilmiah dimuat di prosiding	Internasional	tidak ada				
		Nasional		published			
		Lokal	published				
3	(Keynote Speaker /Invited) dalam temu ilmiah	Internasional	tidak ada				
		Nasional	tidak ada				
		Lokal	tidak ada				
4	Visiting Lecturer	Internasional	tidak ada				
		Paten	tidak ada				
5	Kekayaan Intelektual (KI)	Paten sederhana	tidak ada				
		Hak Cipta	tidak ada				
		Merek dagang	tidak ada				
		Rahasia dagang	tidak ada				

	Desain Produk Industri	tidak ada
	Indikasi Geografis	tidak ada
	Perlindungan Varietas Tanaman	tidak ada
	Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu	tidak ada
6	Teknologi Tepat Guna	tidak ada
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/ Rekayasa Sosial	draf
8	Buku (ISBN)	tidak ada
9	<i>Book Chapter</i> (ISBN)	tidak ada
	Jumlah Dana	Internasional
10	Kerja Sama Penelitian	Nasional Regional
11	Angka PArtisipasi Dosen	
12	Dokumen <i>Feasibility Study</i>	
13	<i>Bussiner Plan</i>	
14	Naskah akademik (<i>policy brief</i> , rekomendasi kebijakan, atau model kebijakan strategis)	

6. TINJAUAN PUSTAKA

Banjir

Meluapnya sungai yang diakibatkan naiknya debit air akibat curah hujan disebut banjir. Secara umum penyebab terjadinya banjir dapat dikategorikan menjadi 2 (dua) hal, yaitu karena sebab-sebab alami dan karena tindakan manusia (Robert J. Kodoatie, Sugiyanto, 2002). Lebih lanjut Schwab, dkk (1997) menyatakan, pengaruh faktor daerah tangkapan air seperti ukuran, bentuk, posisi, topografi, geologi dan budidaya pertanian menentukan terjadinya banjir. Adapun yang termasuk sebab alami banjir, diantaranya:

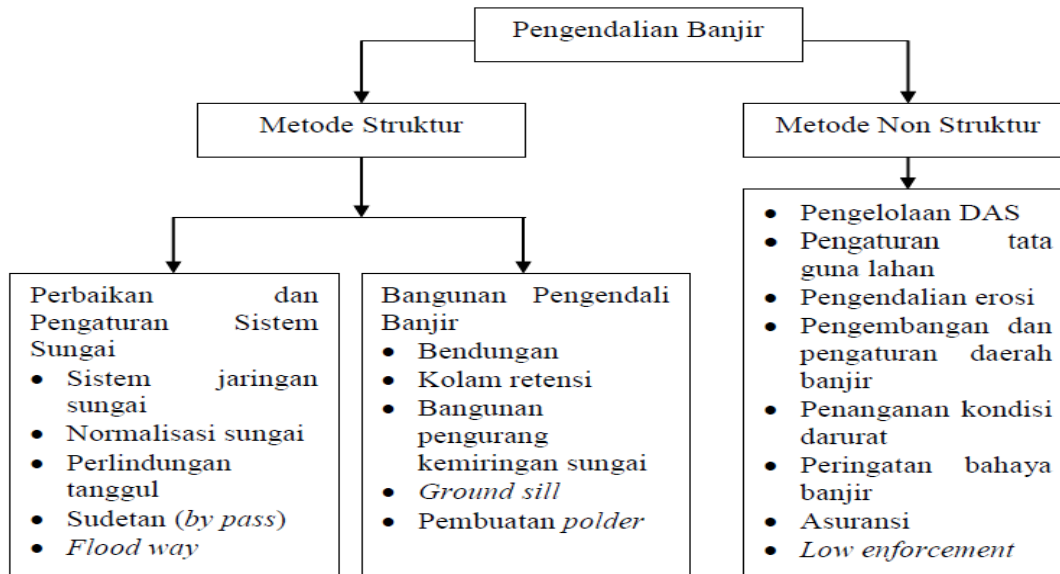
1. Curah hujan, pada musim penghujan curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai dan bilamana melebihi tebing sungai, maka akan timbul banjir atau genangan.
2. Pengaruh fisiografi, fisiografi sungai seperti bentuk, dan kemiringan Daerah Pengaliran Sungai (DPS), kemiringan sungai, geometri hidrolik (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai.
3. Erosi dan sedimentasi, erosi di DPS berpengaruh terhadap kapasitas penampungan sungai, karena tanah yang tererosi pada DPS tersebut apabila terbawa air hujan ke sungai akan mengendap dan menyebabkan terjadinya sedimentasi. Sedimentasi akan mengurangi kapasitas sungai dan saat terjadi aliran yang melebihi kapasitas sungai dapat menyebabkan banjir.
4. Kapasitas sungai, pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi dasar sungai dan tebing sungai yang berlebihan karena tidak adanya vegetasi penutup.
5. Pengaruh air pasang air laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi, maka tinggi genangan/banjir menjadi lebih tinggi karena terjadi aliran balik (back water).

Pengendalian banjir meliputi kegiatan perencanaan, pelaksanaan pekerjaan pengendalian banjir, eksploitasi dan pemeliharaan yang pada dasarnya untuk mengendalikan banjir, serta pengaturan penggunaan daerah dataran banjir dan mengurangi atau mencegah adanya bahaya/kerugian akibat banjir. Robert J. Kodoatie, Sugiyanto (2002) mengemukakan ada 4 (empat) strategi dasar untuk pengelolaan daerah banjir yang meliputi:

1. Modifikasi kerentanan dan kerugian banjir (penentuan zona atau pengaturan tata guna lahan).
2. Modifikasi banjir yang terjadi (pengurangan) dengan bantuan pengontrol (waduk) atau normalisasi sungai.

3. Modifikasi dampak banjir dengan penggunaan teknis mitigasi seperti asuransi, penghindaran banjir (flood profing).
4. Pengaturan peningkatan kapasitas alam untuk dijaga kelestariannya seperti penghijauan.

Alat untuk 4 (empat) strategi dasar tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Pengendalian banjir metode struktur dan non struktur (Djarwanti, 2008)

Permeabilitas Tanah

Permeabilitas didefinisikan sebagai sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang berupa air atau minyak mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik dengan tinggi energi tinggi ke titik dengan tinggi energi yang lebih rendah. Untuk tanah, permeabilitas dilukiskan sebagai sifat tanah yang mengalirkan air melalui rongga pori tanah. Di dalam tanah, sifat aliran mungkin laminar atau turbulen. Tahanan terhadap aliran bergantung pada jenis tanah ukuran butiran, bentuk butiran, rapat massa, serta bentuk geometri rongga pori. Temperatur juga sangat mempengaruhi tahanan aliran (kekentalan dan tegangan permukaan). Walaupun secara teoritis, semua jenis tanah lebih atau kurang mempunyai rongga pori, dalam praktek, istilah mudah meloloskan air (permeable) dimaksudkan untuk tanah yang memang benar-benar mempunyai sifat meloloskan air. Sebaliknya, tanah disebut kedap air (impemzeable), bila tanah tersebut mempunyai kemampuan meloloskan air yang sangat kecil. (Hardiyatmo et al., 1992)

Aliran air dalam tanah sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah antara lain: jenis tanah, ukuran dan bentuk butiran, komposisi mineral, rongga pori (void ratio), derajat kejenuhan dan tipe aliran. Koefisien permeabilitas tanah (k) digunakan untuk mengetahui besarnya rembesan pada permasalahan bendungan, saluran irigasi, tanggul tanah, sumur resapan dan lainnya. (M. Das, 1995)

Koefisien permeabilitas tanah (k) digunakan untuk mengetahui besarnya rembesan pada permasalahan bendungan, saluran irigasi, tanggul tanah, sumur resapan dan lainnya. Dengan mengkomparasi nilai koefisien permeabilitas antara data lapangan dengan nilai kisaran yang diberikan literatur, maka diharapkan hasilnya dapat digunakan untuk memprediksi nilai awal koefisien permeabilitas.

Koefisien permeabilitas secara empirik telah banyak diusulkan oleh beberapa pakar antara lain seperti diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Nilai k beberapa peneliti (Djarwanti, 2008)

Peneliti	Karakteristik	Nilai k (cm/dt)
Bowles (1991)	Lanau Kelempungan	$10^{-4} - 10^{-9}$
Das (1995)	Lanau Lempung	0,001-0,00001 kurang dari 0.000001
Perlof & Baron (1976)	Drainase Buruk	$10^{-3} - 10^{-7}$
Casagrande (1938)	Drainase Buruk	$10^{-3} - 10^{-7}$

Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan konstruksi sipil yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Penerapan sumur resapan sangat dianjurkan dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa fungsi sumur resapan bagi kehidupan manusia adalah sebagai pengendali banjir, melindungi dan memperbaiki (konservasi) air tanah, serta menekan laju erosi.

Adanya sumur resapan akan memberikan dampak berkurangnya limpasan permukaan. Air hujan yang semula jatuh keatas permukaan genteng tidak langsung mengalir ke selokan atau halaman rumah tetapi dialirkan melalui seng terus ditampung kedalam sumur resapan. Akibat yang bisa dirasakan adalah air hujan tidak menyebar ke halaman atau selokan sehingga akan mengurangi terjadinya limpasan permukaan.

Persyaratan teknis yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

1. Kedalaman air tanah : Kedalaman air tanah minimum 1,50 m pada musim hujan;
2. Permeabilitas tanah : Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permeabilitas tanah > 2,0 cm/jam, dengan klasifikasi sebagai berikut :
 - a. permeabilitas tanah sedang (geluh kelanauan, 2,0 - 3,6 cm/jam atau 0,48 - 0,864 m³/m²/hari);
 - b. permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, 3,6 - 36 cm/jam atau 0,864 - 8,64 m³/m²/hari);
 - c. permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, lebih besar 36 cm/jam atau 8,64 m³/m²/hari).
3. Jarak terhadap bangunan : Jarak penempatan sumur resapan air hujan terhadap bangunan, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan

No	Jenis Bangunan	Jarak minimum dari sumur resapan air hujan (m)
1	Sumur resapan air hujan/sumur air bersih	3
2	Pondasi bangunan	1
3	Bidang resapan/sumur resapan tangki septik	5

7. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah sekumpulan peraturan, kegiatan, dan prosedur yang digunakan oleh pelaku suatu disiplin. Metodologi juga merupakan analisis teoritis mengenai suatu cara atau metode. [Penelitian](#) merupakan suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan, juga merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu yang memerlukan jawaban.

Menurut Sugiyono (2003) penelitian berdasarkan tingkat eksplanasinya (tingkat kejelasan) dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Penelitian diskriptif
 Penelitian diskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain.
2. Penelitian komparatif
 Penelitian komparatif adalah suatu penelitian yang bersifat membandingkan. Disini variabelnya masih sama dengan variabel mandiri tetapi untuk sample yang lebih dari satu, atau dalam waktu yang berbeda.
3. Penelitian asosiatif
 Penelitian asosiatif merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh ataupun juga hubungan antara dua variabel atau lebih. Penelitian ini mempunyai tingkatan tertinggi dibandingkan dengan diskriptif dan komparatif karena dengan penelitian ini dapat dibangun suatu teori yang dapat berfungsi untuk menjelaskan, meramalkan dan mengontrol suatu gejala.
 Menurut Sugiyono, (2003) terdapat beberapa jenis penelitian antara lain:
 - a. Penelitian kuantitatif, adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan.
 - b. Penelitian kualitatif, data kualitatif adalah data yang berbentuk kata, skema, dan gambar.

Berdasarkan teori tersebut diatas, maka penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, data yang diperoleh dari sampel populasi penelitian dianalisis sesuai dengan metode yang digunakan kemudian diinterpretasikan.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini direncanakan melewati tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan :
 Tahapan persiapan yang dilakukan yaitu merumuskan masalah penelitian, tujuan penelitian, menentukan hipotesis dan menggali kepustakaan serta survei awal lapangan dimana tempat pengambilan sampel tanah yang akan di uji di laboratorium, sehingga penelitian dapat berjalan lancar.
2. Mengumpulan data :
 Langkah yang dilakukan dalam tahap ini adalah survei lapangan lanjutan untuk pengambilan sampel tanah di beberapa titik yang akan diuji di laboratorium.
3. Pengambilan sampel tanah
 Pengambilan sampel tanah menggunakan metode Pengambilan Sampel Tanah dengan Tabung Berdinding Tipis. Cara ini dilakukan untuk mendapatkan sampel tanah yang lebih asli (lebih menyerupai kondisi aslinya di lapangan dan tidak banyak kerusakan oleh metode sampling tanah).
4. Pengujian Laboratorium

Pada tahapan ini sampel tanah yang didapat dari lapangan diuji di laboratorium dengan uji :

- a. Uji konsolidasi (*consolidation test*) (ASTM D 2435 - 90)
 Konsolidasi adalah proses keluarnya air dari rongga pori dari tanah jenuh dengan permeabilitas rendah akibat beban. Koefisien permeabilitas diperoleh dari persamaan konsolidasi yaitu :

$$k = \frac{T_v \cdot \gamma_w \cdot \Delta e \cdot \left(\frac{H}{2}\right)^2}{t \cdot \Delta \sigma \cdot (1+e)} \dots \dots \dots (1)$$

Untuk 90% konsolidasi, $T_v = 0.848$, maka dapat diperoleh persamaan koefisien permeabilitas :

$$k = \frac{0,848 \cdot \gamma_w \cdot \Delta e \cdot \left(\frac{H}{2}\right)^2}{t_{90} \cdot \Delta \sigma \cdot (1+e)} \dots \dots \dots (2)$$

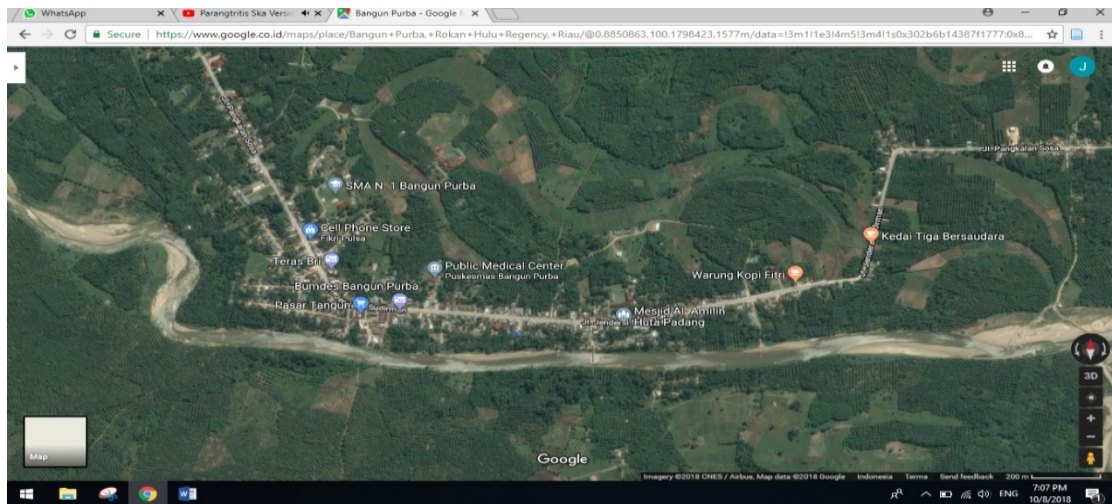
dengan :

- t = waktu pengaliran (menit)
- T_v = faktor waktu
- H = panjang rata-rata lintasan drainase (cm)
- Δe = perubahan angka pori pd perubahan tekanan tertentu
- γ_w = berat volume air (kg/cm³)

5. Analisis Data Laboratorium :
 Setelah data pada pengujian laboratorium terkumpul , maka dilakukan proses disain sumur resapan berdasarkan SNI 03-2453-2002 tentang Tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan, dengan melihat nilai koefisien permeabilitasnya.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di desa Bangun Purba, bisa dilihat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 2. Lokasi Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Sugiyono. (2003). *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung. Pusat Bahasa Depdiknas.
- Djarwanti, N. (2008) '*KOMPARASI KOEFISIEN PERMEABILITAS (k) PADA TANAH KOHESIF*', pp. 21–24.
- Hardiyatmo, H. C. et al. (1992) '*Mekanika Tanah I*'.
- M. Das, B. (2002) *MEKANIKA TANAH* (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2.
- SNI 03-2453-2002 *Tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan*.
- ASTM D 2435 – 90 *uji konsolidasi*.
- Management, 133 (12), 944-956.

