

## **PERANCANGAN DRAINASE WILAYAH BIARA KARMELO DAN PERKUATAN LERENG**

**Steven Reinaldo Rusli, Anastasia Sri Lestari, Paulus Pramono Rahardjo, Adi Poetra Pratama, Paulus Karta Wijaya**  
Universitas Katolik Parahyangan  
Steven.reinaldo.rusli@gmail.com

### **ABSTRAK**

Makalah ini dibuat berdasarkan kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat Penugasan dengan kontrak dengan LPPM Unpar No III/LPPM/2018-01/18-PMP. Kegiatan ini berupa perancangan drainase Wilayah biara Karmel dan perkuatan tanah lereng dibelakang bakal bangunan Gedung Pastoral. Saat ini, air hujan biasanya meluncur turun di lereng terjal dibelakang Biara Santa Perawan Maria dari Gunung Karmel beralamat di Jalan Karmel II no 51 Lembang. Dan hal ini menimbulkan getaran yang menakutkan penduduk di lembah tersebut. Penduduk sekitar biara tersebut telah sering mengajukan keluhan dan klaim kepada biara. Mereka berargumen biaralah penyebab semua masalah tersebut. Maka pihak biara telah meminta bantuan untuk merancang drainase di wilayah itu. Perancangan dilakukan berdasarkan teori ilmu Hidroteknik dan setelah dilakukan analisis hidrologi menghasilkan solusi dengan rancangan berupa saluran air yang terlebih dahulu ditampung di dua bak penampungan. Untuk kestabilan lereng dibelakang bakal gedung pastoral, mula mula dilakukan penyelidikan tanah untuk mengetahui karakteristik tanah lereng dan kemudian direncanakan perkuatan lereng dengan menggunakan soldier pile.

**Kata Kunci:** *drainase, analisis hidrologi, saluran air, kestabilan lereng, soldier pile.*

### **PENDAHULUAN**

Biara Santa Perawan Maria dari Gunung Karmel beralamat di Jalan Karmel II no 51 Lembang. didirikan tahun 1939. Lokasi biara berada di atas lereng yang cukup terjal. Dalam kurun waktu tiga puluh tahun terakhir, dibawah lereng tersebut berkembang penduduk dari 20 KK menjadi sekitar 200 KK. Mereka sebenarnya membangun di wilayah yang tidak layak huni. Lokasi penduduk dibawah Karmel kurang lebih 50- 70 m dari posisi jalan desa di belakang Karmel, dari kondisi tersebut terdapat beberapa permasalahan yang timbul :

- Air hujan , air saluran dari Karmel dan area Lembang atas akan mencari jalan ke bawah memberikan dampak banjir jika tidak tertata dengan baik
- Posisi Karmel yang paling dekat dengan lereng, akan memberikan dampak kesenjangan social/psycology terhadap resiko yang akan diterima penduduk di bawah lereng.

Ada dua persoalan yang disampaikan kepada kami.

1. Pertama, sampai saat ini, air hujan di area sekitar biara dan Jalan Salib dibuang ke arah lereng tersebut, dimana ada satu saluran yang baru dibangun setengah jalan dan ini merisaukan penduduk di daerah tersebut. Air yang dibuang ke arah lereng tersebut juga dapat membuat kondisi lereng menjadi labil dan berpotensi kelongsoran. Bila ada hujan besar, air yang meluncur turun dari saluran setengah jalan tersebut menimbulkan getaran yang menakutkan penduduk. Penduduk sekitar biara tersebut telah sering mengajukan keluhan dan klaim kepada biara. Mereka berargumen biaralah penyebab semua masalah tersebut.
2. Paroki Santa Maria Fatima Lembang telah mendapat hibah tanah yang lokasinya satu deret dengan bangunan biara. Dan kemudian paroki membeli sebidang tanah disebelah tanah yang dihibahkan tersebut. Diatas tanah yang dihibahkan dan dibeli tersebut akan dibangun gedung pastoral. Mengingat tanah tersebut juga berada dipinggir lereng, maka dibutuhkan pengamanan terhadap longsor mengingat lerengnya juga sangat curam. Lereng tersebut memang rawan longsor.

Kegiatan perancangan ini merupakan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan dengan bekerjasama dengan PT Aero Geosurvey, sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pemetaan. Dalam hal ini PT Aero Geosurvey membantu melakukan pemetaan wilayah biara Karmel Lembang.

## **METODE PENELITIAN**

Untuk menyelesaikan masalah yang disampaikan pihak biara Karmel dan setelah meninjau kondisi lokasi, maka direncanakan langkah langkah berikut.

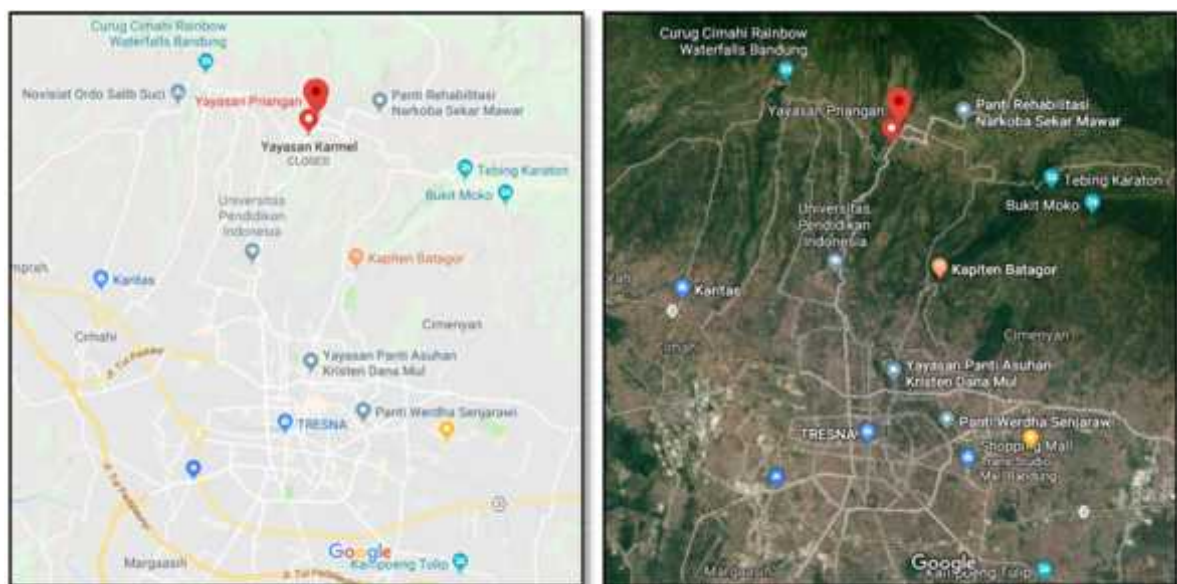
1. Untuk masalah drainase di lingkungan biara dan sekitar, akan dilakukan penataan ulang saluran air dalam lingkungan biara. Dan kemudian pengaturan ulang pembuangan air keluar biara. Hal ini dilakukan dengan menampung terlebih dahulu air hujan dalam bak penampung di lingkungan biara dan kemudian air tersebut dibuang secara perlahan-lahan. Kedua, membuat saluran air diluar biara didaerah lereng sehingga air tidak mengganggu penduduk sekitar. Untuk itu perlu dilakukan perancangan system drainase.
2. Untuk perkuatan tanah lereng dibelakang tanah yang akan dibangun gedung pastoral, direncanakan akan dibuat soldier pile yaitu deretan fundasi tiang yang dapat berfungsi menahan kelongsoran tanah.

Untuk itu perlu dilakukan langkah langkah sebagai berikut:

1. Pemetaan, yaitu memetakan wilayah lingkungan biara dan sekitar sebagai dasar untuk perancangan.
2. Penyelidikan tanah berupa uji bor tanah dengan N-SPT serta sampel tanah yang diambil dengan bor untuk mengetahui kondisi lapisan tanah dan kekuatan daya dukung tanah.
3. Perancangan drainase dan soldier pile
4. Menuangkan hasil rancangan dalam gambar rancangan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

[Lokasi gereja karmel pada pencitraan *google* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi biara Karmel (dari pencitraan Google)

Saat ini, terdapat beberapa permasalahan yang timbul di sekitar lingkungan biara, yaitu:

- (1) tidak adanya sistem drainase di bagian tempat tinggal para suster,
- (2) isu sosial terkait limpasan aliran menuju desa di belakang gereja setiap kali hujan terjadi,
- (3) perencanaan pembangunan gedung pastoral paroki di sebelah gereja.

Sesuai dengan kerjasama antara Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) dengan gereja Karmel, maka sejak dimulainya semester genap tahun ajaran 2017/2018, telah disepakati bahwa UNPAR perlu memberikan kontribusi berupa perancangan sistem drainase dalam menanggulangi ketiga masalah di atas, sekaligus memperhatikan aspek teknik sipil

lainnya, seperti penguatan lereng di bagian belakang gereja dan sebagainya. Maka dari itu, laporan ini disusun sebagai bukti pertanggungjawaban penyelesaian pekerjaan dengan sistematika sesuai masing-masing poin yang disebutkan di atas.

### **Ketersediaan Data**

Untuk menyelesaikan ketiga pekerjaan tersebut di atas, maka diperlukan data sebagai berikut.

1. Data topografi
2. Data hujan harian maksimum tahunan
3. Data hujan menitan

Data topografi pada pekerjaan ini didapatkan melalui metode penginderaan menggunakan *drone* yang dilakukan pada tanggal 27 Februari 2018 dan kemudian dilakukan lagi oleh PT Aero Geosurvey Indonesia pada tanggal 2 Maret 2018. Data tersebut tidak dapat langsung dipakai, melainkan diolah terlebih dahulu oleh pihak luar, yaitu PT Aero Geosurvey Indonesia. Foto *drone* dapat dilihat pada gambar-gambar bersama dengan Gambar 2 dan Gambar 3. Adapun hasil yang didapatkan berupa peta kontur dengan resolusi kontur minor setiap 1 meter sebagai berikut, lengkap dengan detail lokasi masing-masing pekerjaan.



a) Lokasi biara suster

b) desa belakang gereja

Gambar 2 Pencitraan drone lokasi biara dan desa belakang gereja





Gambar 2 Pencitraan drone lokasi biara dan desa belakang gereja

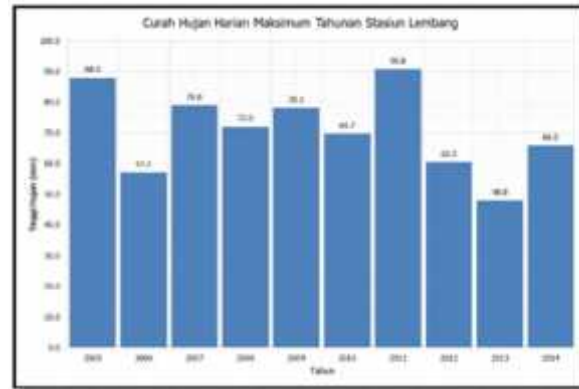
Data hujan harian maksimum tahunan didapatkan dari *database* Komunitas Bidang Ilmu Teknik Sumber Daya Air (KBI TSDA) Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan. Stasiun yang digunakan merupakan pos pencatatan hujan Lembang, dengan lokasi stasiun hujan dan gereja Karmel memiliki jarak cukup dekat, sekitar 7 km seperti ditampilkan gambar berikut.



Gambar 4 Lokasi stasiun hujan

Rentang waktu data curah hujan harian maksimum tahunan yang dimiliki adalah dari tahun 2005 hingga tahun 2014, dengan nilai dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Panjang

data tersebut sudah memenuhi syarat minimum untuk digunakan sebagai dasar analisis hidrologi.



Gambar 5 Curah hujan harian maksimum tahunan stasiun lembang

Data hujan menitan digunakan untuk menurunkan kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF), yang selanjutnya menjadi dasar analisis untuk menentukan debit banjir daerah tangkapan dengan luasan kecil. Satu-satunya data curah hujan menitan di wilayah Bandung dimiliki oleh stasiun BMKG Bandung yang juga dimiliki di dalam *database* KBI TSDA.

### Perancangan Sistem Drainase Tempat Tinggal Suster Dan Paroki Baru

Mempertimbangkan luas kawasan yang termasuk dalam daerah tangkapan berskala kecil dan hujan yang jatuh pada daerah tangkapan dapat diasumsikan seragam, perhitungan dimensi saluran drainase pada studi ini dilakukan berdasarkan nilai debit banjir yang diperoleh dari metode rasional. Secara matematik, besarnya debit banjir rencana sesuai metode rasional dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_p = 0,00278 \times C \times I \times A \quad 1$$

dengan keterangan:

- $Q_p$  : debit banjir maksimum [ $m^3/s$ ]
- $C$  : koefisien Limpasan tergantung dari tata guna lahan
- $A$  : luas daerah tangkapan [ha]
- $I$  : intensitas hujan rencana dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi [mm/jam]

Nilai dari  $C$  atau koefisien limpasan bergantung pada tata guna lahan yang ada, bervariasi dari 0 sampai 1. Lahan kedap air memberikan nilai  $C$  mendekati nilai 1, sebaliknya lahan lolos air memberikan nilai  $C$  mendekati 0. Jika pada sebuah daerah tangkapan air terdapat berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien limpasan yang berbeda maka

nilai koefisien yang dipakai adalah nilai koefisien komposit. Koefisien limpasan komposit dirumuskan di dalam persamaan berikut:

$$C_{\text{composite}} = \frac{A_1 \times C_1 + A_2 \times C_2 + \dots + A_n \times C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad 2$$

dengan keterangan:

- A : luas suatu daerah tangkapan ke 1, 2, ....., n
- C : koefisien limpasan suatu daerah tangkapan ke 1, 2, ....., n
- C<sub>composite</sub> : koefisien komposit dari daerah tangkapan ke 1, 2, ....., n

Pada pekerjaan ini, nilai koefisien limpasan diambil 0.7, dengan pertimbangan bahwa bagian tengah tempat tinggal para suster merupakan lahan terbuka hijau, namun terdapat luasan atap yang cukup besar. Untuk intensitas hujan, penurunan kurva IDF didasarkan dengan periode ulang 2 tahunan, seperti tertulis dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 12/PRT/M/2014 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan (lihat tabel di bawah ini).

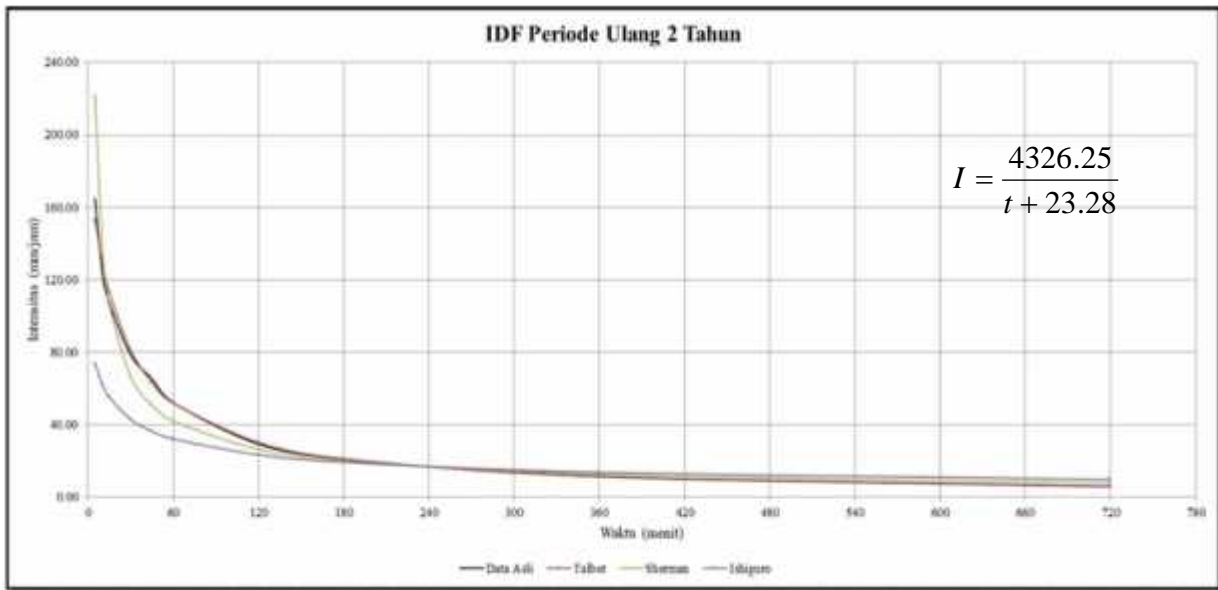
Tabel 1 Periode Ulang Desain Sistem Drainase

Tipologi Kota	Luas Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	< 10	10-100	101-500	>500
Kota Metropolitan	2 Tahun	2-5 Tahun	5-10 Tahun	5-25 Tahun
Kota Besar	2 Tahun	2-5 Tahun	2-5 Tahun	5-20 Tahun
Kota Sedang	2 Tahun	2-5 Tahun	2-5 Tahun	5-10 Tahun
Kota Kecil	2 Tahun	2 Tahun	2 Tahun	2-5 Tahun

Analisis IDF dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*, dengan hasil sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5. Waktu pengaliran pada daerah biara suster dan paroki baru tidak dihitung secara detail, karena luasan yang kecil dan kemiringan lahan yang relatif datar. Berdasarkan kunjungan langsung ke lapangan, diperkirakan waktu konsentrasi tempat tinggal suster adalah 10 menit. Luas daerah tangkapan sendiri diperkirakan melalui hasil pengukuran, yaitu sebesar 0.25 ha.

Berdasarkan hasil di atas, maka diketahui debit banjir periode ulang 2 tahun dalam daerah tempat tinggal suster adalah sebagai berikut:

$$Q_p = 0,00278 \times C_x \times I \times A$$
$$Q_p = 0,00278 \times 0,7 \times \frac{4326,25}{10+23,28} \times 0,25 = 0,063 \text{ m}^3/\text{s}$$



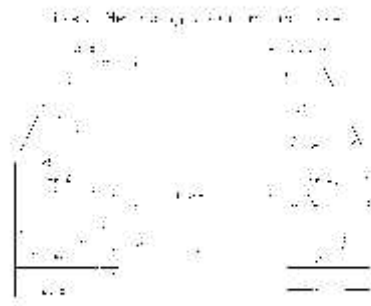
Gambar 1 Kurva Intensitas Durasi Frekuensi Curah Hujan

Untuk mengalirkan debit banjir periode ulang 2 tahunan tersebut, didapatkan saluran dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Lebar dasar : 0.3 m
- Bahan pelapis : beton
- Kemiringan dasar : 0.005 (beda elevasi ±20 cm dari ujung hulu hingga hilir saluran di dalam tempat tinggal suster)
- Kedalaman aliran : 0.2 m
- Dimensi saluran : 0.3 x 0.3 m (dengan tinggi jagaan)

Melalui tampak atas (denah) lokasi pekerjaan, diketahui bahwa saluran drainase dapat ditempatkan mengelilingi bangunan eksisting / rencana, seperti ditampilkan pada gambar kerja yang ada.

Gambar kasar kerja dimensi saluran yang dibutuhkan pada daerah ini adalah sebagai berikut.



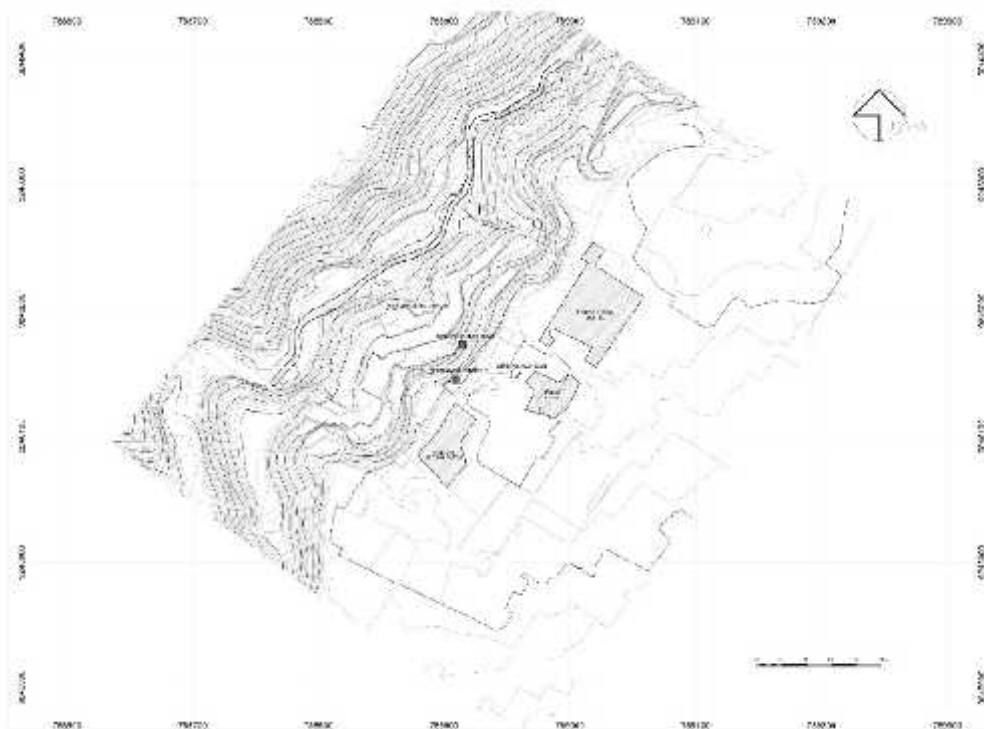
Gambar 2 Penampang Melintang Saluran Drainase Kawasan Tempat Tinggal Suster



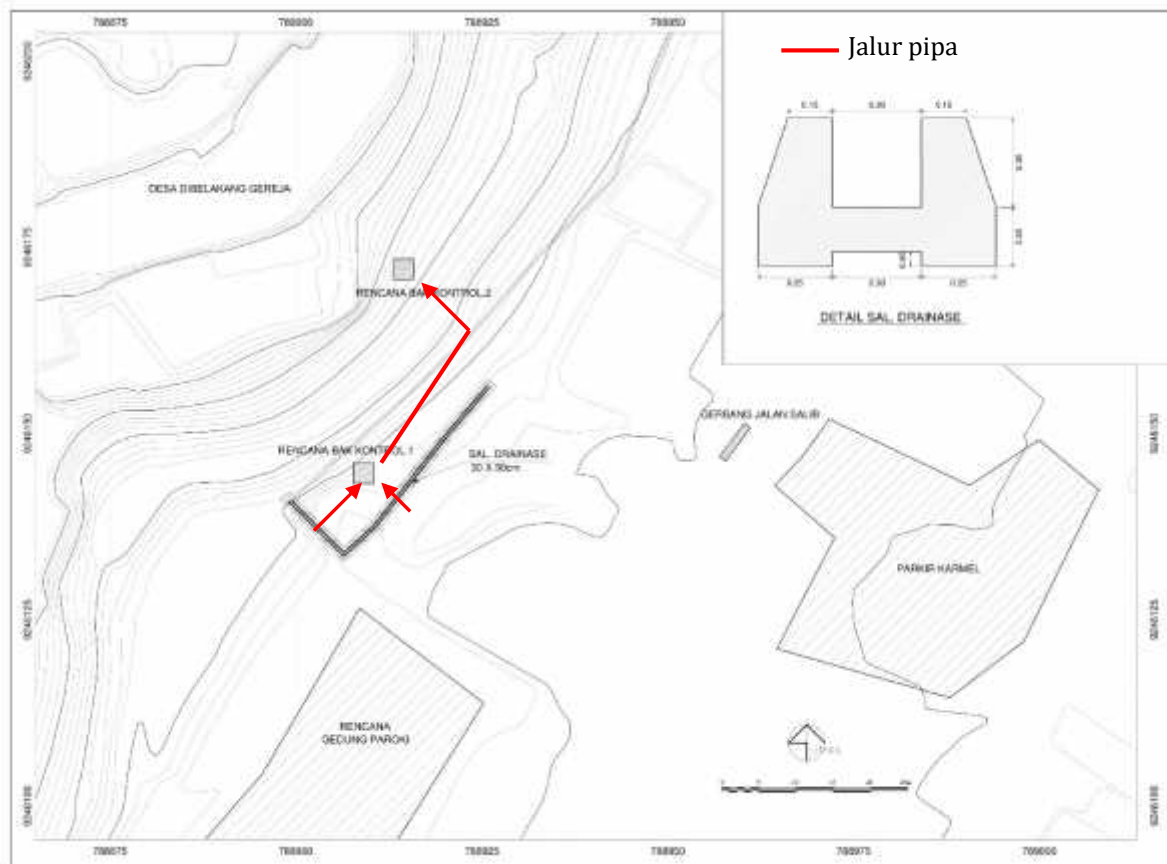
## **Perancangan Sistem Drainase Belakang Gereja**

Untuk mengatasi tingginya kecepatan jatuh pada lokasi belakang gereja yang cukup terjal, direncanakan sebagai berikut:

1. Membuat saluran drainase tertutup dengan memanfaatkan lahan yang ada menggunakan pipa HDPE (High Density Polyethylene) yang memiliki daya tahan lebih tinggi dalam menghadapi tekanan yang disebabkan oleh gerak jatuh bebas air. Perhitungan metode rasional pada lokasi ini menghasilkan penampang yang setara dengan 3 buah pipa diameter 10". Pipa dipasang secara vertikal sesuai gambar di bawah ini. Selain itu, diperlukan juga dua buah bak kontrol untuk menahan laju debit yang terjadi akibat curah hujan, dengan volume ideal sebesar 30 m<sup>3</sup>. Namun, mempertimbangkan kondisi lapangan yang curam dan ketersediaan lahan, volume tersebut sulit untuk direalisasikan, sehingga perlu dilakukan penyesuaian di lapangan yang menghasilkan volume lebih kecil. Saat ini, bak kontrol akan terlebih dahulu dibangun dengan menggunakan bis beton diameter 1 m, yang disusun secara seri di dua lokasi yang direkomendasikan sesuai gambar di bawah ini.



Gambar 7 Lokasi bak penampungan sementara



Gambar 8 Lokasi bak penampungan sementara dalam skala lebih besar

### **Hasil Penyelidikan Tanah Dan Rencana Perkuatan Lereng Dan Soldier Pile Untuk Lereng Dibelakang Bakal Gedung Pastoral**

Dalam rangka perancangan pengamanan dan daya dukung pondasi di area baru tersebut, Laboratorium Geoteknik telah melakukan uji Boring dan N-SPT sedalam 24 m ( N-SPT ~ 60 )

Hasil uji yang diperoleh dapat dilihat dalam hasil Borlog , tabel 1. Merupakan uji laboratorium pada sampel 3 – 5 m dan secara ringkas diaplikasikan sesuai kondisi setempat ( gambar 10)

Dari hasil penyelidikan tanah direncanakan Soldier Pile dengan diameter 80 cm dengan jarak 100 cm sampai pada lokasi tanah dengan kondisi tebing yang sudah aman.

Hal ini telah dilakukan sebelumnya untuk area “ belakang Jalan Salib” dengan melakukan soldier pile diameter 60 – 80 cm dengan kedalaman yang bervariasi



## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abramson, L.W., Sunil Sharma and Thomas S.Lee. 1996. Slope Stability and Stabilization Methods. John Wiley and Sons, New York.
- Chow, V.T. (1959). Open-Channel Hydraulics. International Student Edition, McGraw Hill International Edition
- Subramanya, K. (2009). Engineering Hydrologi, McGraw Hill International Edition
- Qu, C.Y. 2006 Deep Excavation Theory and Practice, Taylor & Francis Group. London, U.K