

## HASIL YANG DICAPAI

### 5.1 Hasil Survey Lokasi

Kegiatan survey yang dilakukan untuk mendukung dan mengobservasi keadaan eksisting titik lokasi penelitian yang dipilih dilakukan pada akhir bulan juni 2023 hingga akhir bulan juli 2023 yang selanjutnya dilakukan proses penggambaran penempatan alat injeksi air hujan. Lokasi yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 5 titik dengan cakupan lokasi berada di wilayah kampus UGM. Adapun dokumentasi dan detail lokasi tersebut disajikan pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Lokasi Penelitian Injeksi Air Hujan

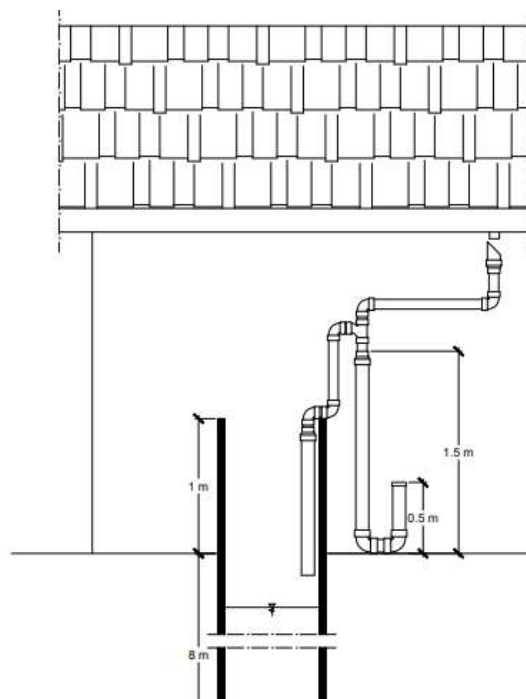
| No | Lokasi          | Wilayah         | Dokumentasi                                                                          |
|----|-----------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Rumah Dekan FEB | Timur<br>Kampus |   |
| 2  | Rumah Dekan FH  |                 |  |

| No | Lokasi                            | Wilayah           | Dokumentasi                                                                         |
|----|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | Rumah Dekan SV                    | Barat<br>Kampus   |   |
| 4  | Sekretariat UKJGS                 |                   |   |
| 5  | Rumah Warga Terban<br>RT 24/RW 05 | Selatan<br>Kampus |  |

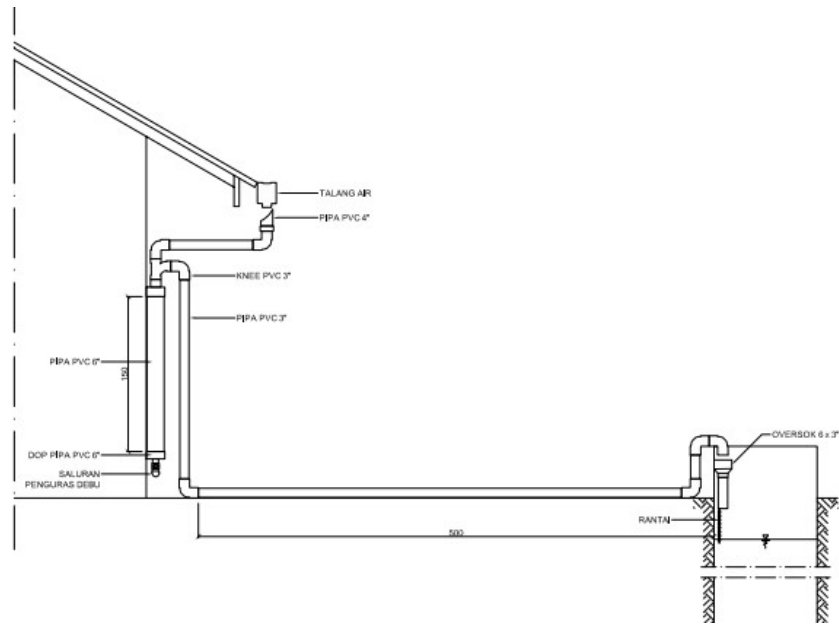
Kadaan dari 5 titik lokasi yang disajikan pada tabel diatas memiliki karakteristik bentuk atap yang berbeda-beda, sehingga pengembangan alat injeksi air hujan dengan mengujicobakan 3 model variasi dapat dilakukan guna mencari efektivitas dari masing-masing lokasi. Selanjutnya, masing-masing model alat injeksi tersebut disempurnakan dan akan dikembangkan secara masif untuk membantu gerakan pemulihan muka air tanah yang selama ini semakin turun akibat penggunaan yang terus meningkat, disisi lain lahan-lahan yang digunakan sebagai media resapan air tidak lagi ada dan beralih fungsi menjadi bangunan. Hal ini menjadi konsen utama dari penelitian ini.

## 5.2 Desain Alat Injeksi

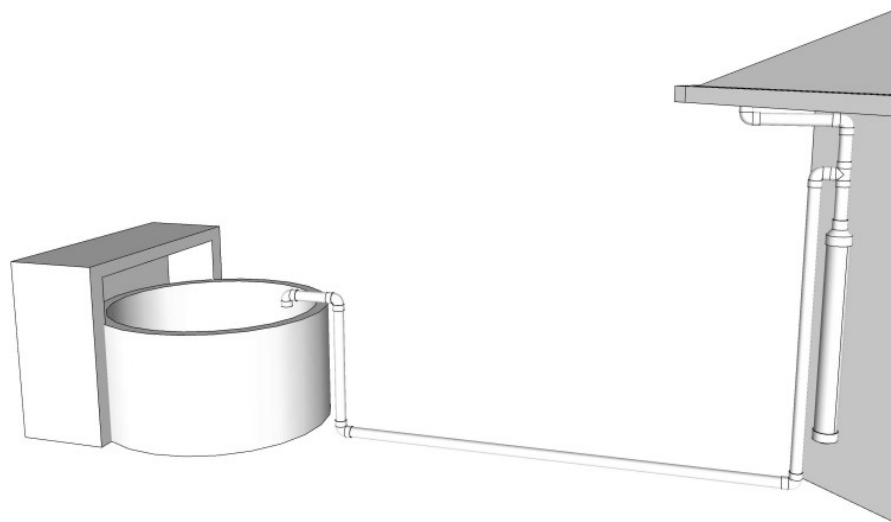
Pengembangan desain model alat injeksi air hujan yang selama ini dikembangkan masih relatif untuk bangunan atap rendah, sehingga belum optimal jika dipasang pada bangunan dengan atap tinggi dan memiliki luasan untuk tampungan air hujan yang kelebihannya langsung dimasukan ke dalam sumur gali milik warga. Pada penelitian ini, pengembangan bentuk model variasi alat injeksi air hujan yang disajikan sudah dapat mengakomodir bentuk bangunan dengan atap rendah (eksisting), bangunan dengan atap tinggi, dan menggunakan air kelebihan dari tampungan air hujan. Perbedaan yang signifikan dari desain model alat injeksi berada pada saringan debu kasar, jika memanfaatkan bentuk bangunan dengan atap rendah, maka saringan debu kasar yang digunakan berbentuk U. Hal ini untuk mengoptimalkan debu-debu kasar yang terperangkap seperti yang disajikan pada gambar 5.1 dibawah ini. Sedangkan untuk bangunan dengan atap tinggi, saringan debu kasar yang digunakan seperti ukuran dan bentuk yang digunakan pada teknologi Pemanen Air Hujan (PAH) Gama Rainfilter (model kelebihan air hujan yang tertampung langsung masuk ke dalam sumur). Model pengembangan ini disajikan pada gambar 5.2 dan gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.1 Model Alat Injeksi Air Hujan dengan Bangunan Atap Rendah

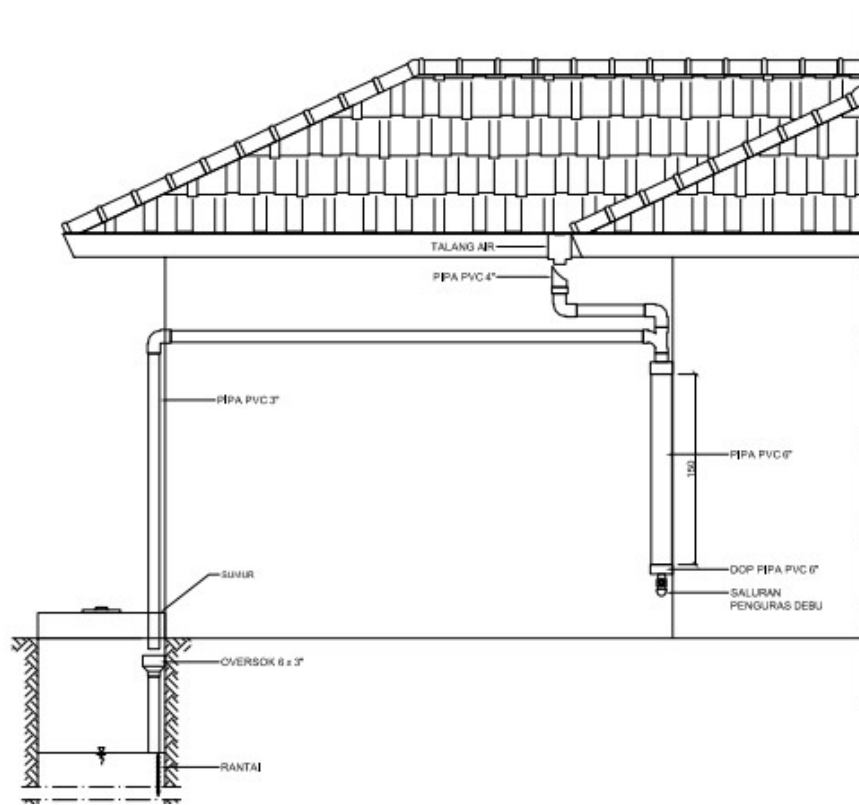


(A)

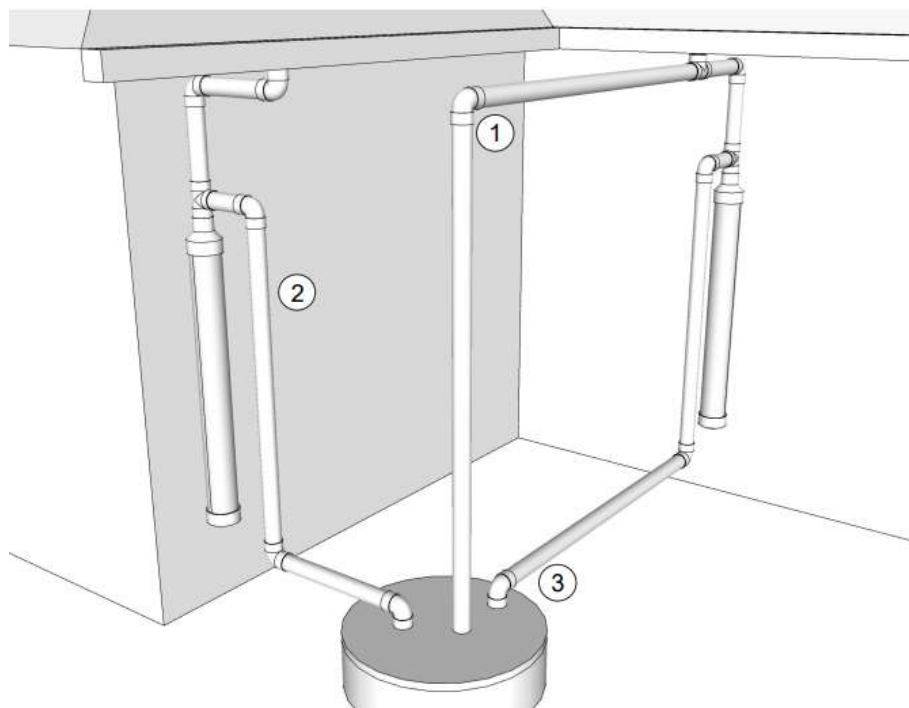


(B)

Gambar 5.2 Model Alat Injeksi Air Hujan dengan Bangunan Atap Tinggi (A) bentuk dalam Gambar 2D dan (B) bentuk dalam Gambar 3D



(A)



(B)

Gambar 5.3 Model Alat Injeksi Air Hujan dengan Bangunan Atap Tinggi kedua  
(A) bentuk dalam Gambar 2D dan (B) bentuk dalam Gambar 3D

### 5.3 Pembuatan Alat Injeksi

Proses implementasi dari alat injeksi air hujan ini bekerja sama dengan bengkel kerja hidrolika dan lingkungan Departemen Teknik Sekolah Vokasi UGM. Adapun dokumentasi kegiatan untuk mempersiapkan komponen-komponen yang akan dipasang pada 5 titik lokasi yang sudah ditentukan sebagai lokasi penelitian disajikan pada gambar-gambar dibawah ini. Kegiatan ini juga dibantu oleh tim mahasiswa PBL “*Project Base Learning*” yang menjadi media kolaborasi antar sekolah (Sekolah Pascasarjana dengan Sekolah Vokasi) di lingkungan UGM.



Gambar 5.4 Kegiatan Penyiapan Komponen dari Alat Injeksi Air Hujan



Gambar 5.4 Komponen dari Alat Injeksi Air Hujan berbahan dasar Pipa PVC yang mudah diduplikasi oleh Masyarakat dan Ekonomis



#### 5.4 Proses Pemasangan Alat Injeksi

Pemasangan alat injeksi di 5 titik lokasi penelitian dilakukan pada bulan Oktober dan November. Model alat injeksi yang digunakan pada 5 titik lokasi penelitian bervariasi, menyesuaikan keadaan atap (bangunan dengan atap rendah dan atap tinggi). Lokasi penelitian yang sesuai dengan sajian pada tabel 5.1 diatas mengalami sedikit perubahan. Terdapat 1 lokasi yang berubah, dari semula rumah dinas Dekan Sekolah Vokasi menjadi rumah warga di permukiman kampung code. Hal ini dikarenakan adanya perubahan fungsi bangunan sehingga dipindahkan ke permukiman agar membantu masyarakat secara edukasi dalam upaya kegiatan konservasi air untuk menjaga tinggi muka air tanah tetap stabil. Proses pengerjaan setiap titik membutuhkan waktu 2-3 hari dengan penyesuaian kondisi yang ada. Berikut disajikan hasil pemasangan alat injeksi di 5 titik lokasi penelitian.



(A)



(B)



(C)

Gambar 5.5 Pemasangan Alat Injeksi Air Hujan dengan Tipe Bangunan Atap Tinggi di Permukiman UGM dengan (A) Rumah Dekan FEB, (B) Rumah Dekan FH, dan (C) Sekretariat UKM UKJGS

Perbedaan tipe bangunan atap tinggi dengan atap rendah berada dipemakaian komponen saringan debu kasar. Jika bangunan memiliki atap yang tinggi dari permukaan tanah, desain saringan debu kasar berbentuk memanjang dengan dimensi pipa yang digunakan berukuran 6". Sedangkan jika penerapan alat injeksi ini dilakukan pada bangunan atap rendah, desain saringan debu kasar berbentuk U untuk mendapatkan nilai waktu tunggu mengedap sama seperti pada saat air hujan mengalirkan debu yang terbawa dari atap menuju saringan debu kasar yang memanjang. Hal ini dipilih untuk mengoptimalkan ruang pemasangan alat injeksi air hujan yang minim. Berikut disajikan pengaplikasian alat injeksi air hujan dengan bangunan atap rendah yang berada dipermukiman code Kelurahan Terban



Gambar 5.6 Pemasangan Alat Injeksi Air Hujan di 2 Lokasi Perumahan Code Kelurahan Terban



### 5.5 Analisa Hidrologi dan Besaran Air Hujan yang diinjeksi

Identifikasi besaran potensi air hujan yang dapat diinjeksi dengan menggunakan alat injeksi yang dikembangkan ini dianalisa menggunakan metode Dr. Monobe dengan analisa frekuensi menggunakan Log Person III. Data hujan yang digunakan bersumber dari data satelit dengan akses data dari layanan JAXA Jepang. Sumber data hujan yang digunakan memanfaatkan data harian (mm) yang kemudian diakumulasikan menjadi data hujan bulanan (mm) dari tahun 2011-2022. Berikut disajikan data hujan bulanan (mm) dari tahun 2011-2022 dibawah ini.

Tabel 5.2 Data Hujan Bulanan (mm) dari Tahun 2011-2022

| Tahun       | Bulan   |         |         |         |         |         |        |        |         |         |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
|             | Jan     | Feb     | Mar     | Apr     | Mei     | Jun     | Jul    | Ags    | Sep     | Okt     | Nov     |
| <b>2011</b> | 426,456 | 334,025 | 299,811 | 343,405 | 176,639 | 1,983   | 3,127  | 0,335  | 1,033   | 71,340  | 397,506 |
| <b>2012</b> | 415,454 | 369,666 | 423,812 | 213,581 | 89,154  | 65,698  | 3,199  | 1,131  | 8,236   | 35,356  | 358,579 |
| <b>2013</b> | 509,231 | 384,804 | 432,090 | 323,287 | 205,622 | 141,156 | 60,418 | 6,515  | 0,391   | 74,500  | 194,256 |
| <b>2014</b> | 252,897 | 253,337 | 150,181 | 192,774 | 92,428  | 43,101  | 5,540  | 0,790  | 0,044   | 0,109   | 320,450 |
| <b>2015</b> | 377,029 | 333,639 | 580,488 | 657,939 | 37,480  | 12,827  | 0,028  | 0,224  | 0,000   | 0,110   | 185,278 |
| <b>2016</b> | 291,784 | 532,614 | 435,413 | 234,087 | 252,069 | 235,095 | 71,708 | 20,727 | 214,721 | 278,439 | 587,697 |
| <b>2017</b> | 482,742 | 353,105 | 378,882 | 298,935 | 111,196 | 47,960  | 2,857  | 0,453  | 50,670  | 53,607  | 661,939 |
| <b>2018</b> | 652,821 | 253,691 | 275,274 | 102,543 | 23,926  | 12,120  | 0,000  | 0,000  | 11,014  | 3,426   | 235,633 |
| <b>2019</b> | 341,830 | 316,073 | 811,629 | 167,277 | 9,342   | 0,114   | 1,673  | 0,000  | 0,000   | 0,954   | 39,463  |
| <b>2020</b> | 241,004 | 386,893 | 585,070 | 206,374 | 172,001 | 2,237   | 20,199 | 36,876 | 21,665  | 174,923 | 243,543 |
| <b>2021</b> | 512,393 | 569,292 | 304,131 | 238,914 | 37,072  | 210,711 | 2,473  | 5,819  | 80,295  | 121,454 | 505,563 |
| <b>2022</b> | 261,475 | 261,795 | 394,728 | 243,478 | 281,633 | 125,933 | 10,659 | 57,555 | 66,624  | 273,977 | 457,182 |

Sumber: Data Jaxa Tahun 2011-2022

Selanjutnya, dilakukan analisa frekuensi untuk mendapatkan besaran intensitas hujan yang jatuh disekitar wilayah penelitian (Kampus UGM dan perkampungan Code Kalurahan Terban), Analisa digunakan untuk mengetahui besaran rencana kala ulang hujan yang terjadi. Selanjutnya, metode perhitungan yang dilakukan dipilih menggunakan metode Log Person Type III. Hal ini dipilih karena nilai Chi Squire yang didapatkan sesuai atau dapat diterima. Besaran intensitas curah hujan rencana dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 dengan perhitungan t (waktu) dipilih waktu maksimal 120 menit. Berikut disajikan tabel dan grafik hasil perhitungan intensitas curah hujan rencana (mm/jam) yang ada di wilayah titik penelitian.

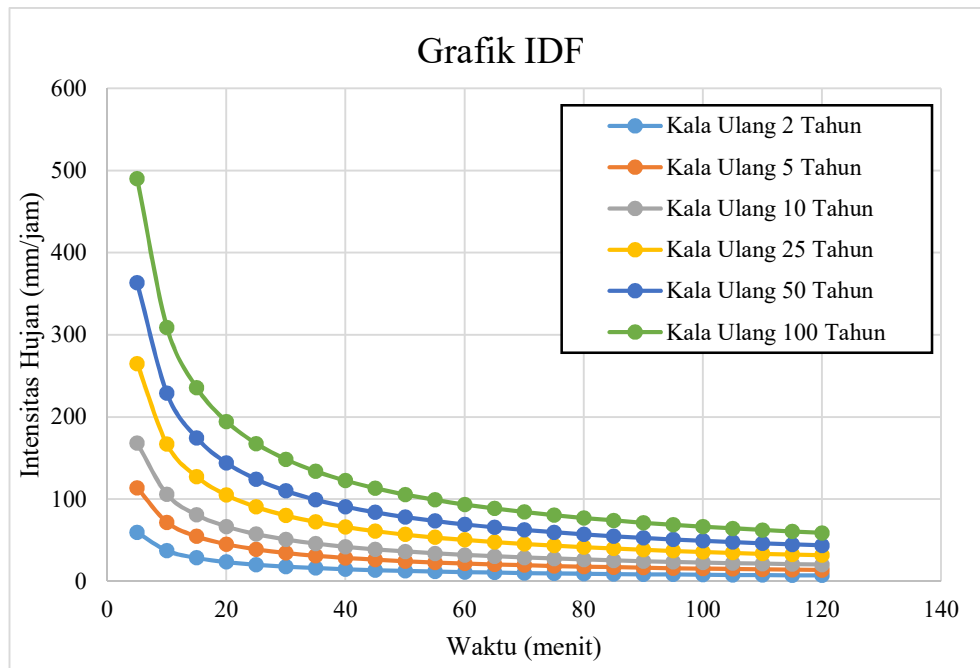
Tabel 5.3 Intensitas Curah Hujan (mm.jam)

| No       | t<br>(jam) | t<br>(menit) | Intensitas Curah Hujan (mm/jam),<br>$I=(R/24).[(24/T)^{(2/3)}]$ |         |         |         |         |         |
|----------|------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          |            |              | Kala ulang                                                      |         |         |         |         |         |
|          |            |              | 2                                                               | 5       | 10      | 25      | 50      | 100     |
|          |            |              | R24 (mm)                                                        |         |         |         |         |         |
|          |            |              | 32,743                                                          | 62,657  | 92,485  | 145,797 | 199,919 | 269,725 |
| 1        | 0,083      | 5            | 59,4973                                                         | 113,855 | 168,056 | 264,93  | 363,278 | 490,122 |
| 2        | 0,167      | 10           | 37,481                                                          | 71,7244 | 105,869 | 166,896 | 228,851 | 308,758 |
| 3        | 0,250      | 15           | 28,6033                                                         | 54,7359 | 80,7929 | 127,365 | 174,646 | 235,626 |
| 4        | 0,333      | 20           | 23,6115                                                         | 45,1835 | 66,6931 | 105,138 | 144,167 | 194,505 |
| 5        | 0,417      | 25           | 20,3478                                                         | 38,938  | 57,4744 | 90,6048 | 124,239 | 167,619 |
| 6        | 0,500      | 30           | 18,019                                                          | 34,4815 | 50,8964 | 80,235  | 110,02  | 148,435 |
| 7        | 0,583      | 35           | 16,2592                                                         | 31,1139 | 45,9257 | 72,399  | 99,275  | 133,939 |
| 8        | 0,667      | 40           | 14,8743                                                         | 28,4638 | 42,014  | 66,2325 | 90,8194 | 122,531 |
| 9        | 0,750      | 45           | 13,751                                                          | 26,3143 | 38,8412 | 61,2308 | 83,9609 | 113,277 |
| 10       | 0,833      | 50           | 12,8183                                                         | 24,5294 | 36,2066 | 57,0775 | 78,2658 | 105,594 |
| 11       | 0,917      | 55           | 12,0292                                                         | 23,0193 | 33,9776 | 53,5636 | 73,4475 | 99,0929 |
| 12       | 1,000      | 60           | 11,3512                                                         | 21,722  | 32,0627 | 50,5449 | 69,3082 | 93,5083 |
| 13       | 1,083      | 65           | 10,7614                                                         | 20,5932 | 30,3966 | 47,9184 | 65,7067 | 88,6494 |
| 14       | 1,167      | 70           | 10,2426                                                         | 19,6005 | 28,9314 | 45,6085 | 62,5393 | 84,376  |
| 15       | 1,250      | 75           | 9,7822                                                          | 18,7194 | 27,6308 | 43,5583 | 59,728  | 80,583  |
| 16       | 1,333      | 80           | 9,37024                                                         | 17,9311 | 26,4672 | 41,7239 | 57,2126 | 77,1894 |
| 17       | 1,417      | 85           | 8,99908                                                         | 17,2208 | 25,4188 | 40,0712 | 54,9464 | 74,1319 |
| 18       | 1,500      | 90           | 8,66262                                                         | 16,577  | 24,4684 | 38,573  | 52,892  | 71,3602 |
| 19       | 1,583      | 95           | 8,35594                                                         | 15,9901 | 23,6022 | 37,2074 | 51,0195 | 68,8339 |
| 20       | 1,667      | 100          | 8,07503                                                         | 15,4525 | 22,8087 | 35,9566 | 49,3044 | 66,5198 |
| 21       | 1,750      | 105          | 7,8166                                                          | 14,958  | 22,0788 | 34,8058 | 47,7265 | 64,391  |
| 22       | 1,833      | 110          | 7,5779                                                          | 14,5012 | 21,4045 | 33,7429 | 46,269  | 62,4246 |
| 23       | 1,917      | 115          | 7,35663                                                         | 14,0778 | 20,7795 | 32,7577 | 44,918  | 60,6019 |
| 24       | 2,000      | 120          | 7,15083                                                         | 13,684  | 20,1982 | 31,8413 | 43,6614 | 58,9066 |
| 25       | 1,631      | 97,871       | 8,19171                                                         | 15,6758 | 23,1383 | 36,4761 | 50,0168 | 67,4811 |
| Total    |            |              | 372,794                                                         | 713,387 | 1052,99 | 1659,98 | 2276,2  | 3070,98 |
| Maksimum |            |              | 59,4973                                                         | 113,855 | 168,056 | 264,93  | 363,278 | 490,122 |

Keterangan:



Nilai yang dipilih



Gambar 5.7 Grafik IDF Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

Nilai  $t_c$  yang digunakan sebesar 0,083 jam dengan asumsi yang digunakan 5 menit dengan kala ulang 2 tahunan sesuai kejadian terjadinya. Oleh sebab itu, didapatkan intensitas curah hujan (mm) sebesar 59,49 mm sesuai dengan yang disajikan pada tabel 5.3 diatas. Setelah mendapatkan nilai intensitas curah hujan (mm), selanjutnya persamaan yang digunakan adalah persamaan rasional untuk menghitung besaran potensi air hujan yang dapat ditangkap dan kemudian diinjeksikan ke dalam sumur pada titik lokasi penelitian. Persamaan rasional yang digunakan untuk mengetahui potensi air hujan adalah sebagai berikut

$$Q = \alpha \times I \times A \quad (5.1)$$

Dengan,

- Q = debit air masuk (m<sup>3</sup>/jam)
- $\alpha$  = koefisien run off (0,9)
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas atap bangunan (m<sup>2</sup>)

Persamaan diatas selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi dengan keadaan yang ada pada masing-masing titik lokasi penelitian. Berikut disajikan besaran debit air masuk (m<sup>3</sup>/detik) dari air hujan yang dapat diinjeksikan ke dalam sumur yang menjadi lokasi penelitian.

Tabel 5.4 Debit Air Hujan yang Terinjeksi

| <b>No</b> | <b>Titik Lokasi<br/>Penelitian</b> | <b>Koefisien<br/><i>Runoff</i> (<math>\alpha</math>)<br/>0,9</b> | <b>Intensitas<br/>Curah Hujan<br/>(I) (mm/jam)</b> | <b>Luas Atap<br/>Bangunan<br/>(A) (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Debit Air<br/>Hujan Masuk<br/>(m<sup>3</sup>/jam)</b> |
|-----------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>1</b>  | Rumah Dekan FEB                    | 0,9                                                              | 59,49                                              | 50,195                                                | 2,68                                                     |
| <b>2</b>  | Rumah Dekan FH                     | 0,9                                                              | 59,49                                              | 61,975                                                | 3,31                                                     |
| <b>3</b>  | Sekretariat UKJGS                  | 0,9                                                              | 59,49                                              | 25,365                                                | 1,35                                                     |
| <b>4</b>  | Rumah Warga Terban<br>RT 24/RW 05  | 0,9                                                              | 59,49                                              | 44,825                                                | 2,39                                                     |
| <b>5</b>  | Rumah Warga Terban<br>RT 25/RW 05  | 0,9                                                              | 59,49                                              | 60,120                                                | 3,21                                                     |

Besaran debit air hujan yang masuk menjadi salah satu variabel utama dalam proses injeksi air hujan kedalam sumur.