

**TUGAS AKHIR**

**APLIKASI REKAYASA LINGKUNGAN UNTUK  
KONSERVASI AIR DI SUB DAS GAJAH WONG  
WILAYAH PERKOTAAN YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



**Faris Rizqi Imaduddin**

**13 513 207**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2017**

## TUGAS AKHIR

### APLIKASI REKAYASA LINGKUNGAN UNTUK KONSERVASI AIR DI SUB DAS GAJAH WONG WILAYAH PERKOTAAN YOGYAKARTA

### *APPLICATION OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING FOR WATER CONSERVATION IN GAJAH WONG SUB WATERSHED YOGYAKARTA URBAN AREA*

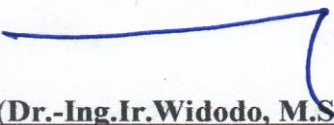
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



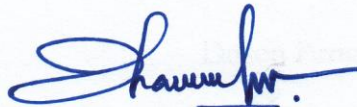
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

  
(Dr.-Ing.Ir.Widodo, M.Sc.)

Tanggal:

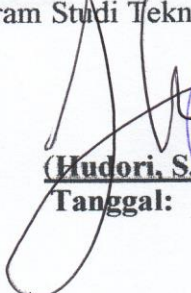


(Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc.)

Tanggal: 11 Agustus 2017 .

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

  
(Hudori, S.T., M.T.)

Tanggal:

## **TUGAS AKHIR**

### **APLIKASI REKAYASA LINGKUNGAN UNTUK KONSERVASI AIR DI SUB DAS GAJAH WONG WILAYAH PERKOTAAN YOGYAKARTA**

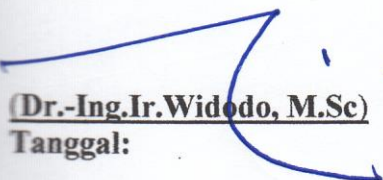
### ***APPLICATION OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING FOR WATER CONSERVATION IN GAJAH WONG SUB WATERSHED YOGYAKARTA URBAN AREA***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**

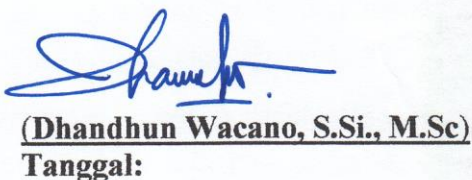


Telah diperiksa dan disetujui oleh:

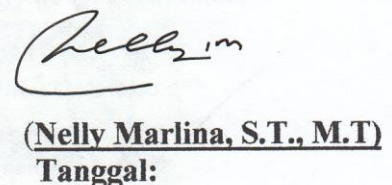
Dosen Penguji 1

  
**(Dr.-Ing.Ir.Widodo, M.Sc)**  
Tanggal:

Dosen Penguji 2

  
**(Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc)**  
Tanggal:

Dosen Penguji 3

  
**(Nelly Marlina, S.T., M.T)**  
Tanggal:

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 8 Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,



**FARIS RIZQI IMADUDDIN**

NIM : 13 513 207

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat iman dan islam serta hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **APLIKASI REKAYASA LINGKUNGAN UNTUK KONSERVASI AIR DI SUB DAS GAJAH WONG WILAYAH PERKOTAAN YOGYAKARTA**. Tidak lupa juga shalawat serta salam kita haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat manusia yang telah mewarisi kita Al-Qur'an dan As-Sunnah dimana dengan mengikuti keduanya kita pasti tidak akan sesat di dunia dan akhirat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini mungkin terdapat kekurangan baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Oleh karena itu, saran dan kritik dari semua pihak akan kami terima sebagai masukan dalam perbaikan ke depan. Pada kesempatan ini kami sebagai pihak penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan rahmat-Nya, tanpa kuasa-Nya penulis tidak akan bisa menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini,
2. Bapak Ir. Muhdi Susanto dan Ibu Dra. Warih Utami tersayang selaku orang tua yang senantiasa mendo'akan, mendukung dan memberi motivasi sejak menuntut ilmu dari tingkat dasar hingga sekarang,
3. Bapak Dr.–Ing. Ir. Widodo, M.Sc. dan Bapak Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu, mengarahkan dan tidak lelah membimbing penulis mulai dari penyusunan proposal hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini,
4. Bapak Luqman Hakim, S.T., M.Sc. dan Ibu Anja Asmarany R., S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik penulis yang setiap saat selalu memberikan masukan perihal kegiatan akademik,
5. Seluruh dosen dan karyawan program studi Teknik Lingkungan yang telah membantu, memberi masukan, dan membimbing penulis mulai dari semester awal hingga akhir ini,

6. Galis Asmara dan Yosi Mutiara Pertiwi yang menjadi pendukung, pemberi motivasi serta *partner* yang sangat luar biasa dalam pelaksanaan tugas akhir,
7. Teman – teman KKN Unit 156 Dusun Sebo ; Adhityo Noor Wahyudi, Aldy Riyanto, Dicky Rahmadan, F. Rizky Nasabie, Hera Julita, Tri Widya P. dan Anggita Fitriana,
8. Rekan-rekan Lembaga Eksekutif Mahasiswa Universitas Islam Indonesia periode 2016/2017 terimakasih atas dukungan serta pengalaman berorganisasi yang takkan pernah terlupakan,
9. Keluarga Departemen Sosial Lingkungan LEM U Periode 2016/2017; Raka Arya Prabowo, Arista Meidy Dyah Reswara, Afief Mulya Wijaya, Taufik Rifa'i, Mu'af Saidi, Wahyu Dwi Rendra, Sofyan W., Diah Retno, Anif Firrizki M., Endah Fitriana, Whisnu Pambudi L., Hendra Aditya Y., Arroza Sindi, Angge Yulistyade dan Dedy Indrawan Terima kasih atas segala momen-momen manis di setiap proses yang hadir saat menjalankan dinamika berorganisasi ini,
10. M. Mashudi, Hardanto Ridho, Nurarief Kurniawan, Dian Hikmawan, Haidar El Jawas, Aldi Rahmadhan, Aulia Rizki, Raka Arya, Dodi Kuncoro, Wisnu Agung, Machfudz Sai'di dan M. Triansyah yang selalu menjadi sahabat dan keluarga selama di Yogyakarta dan selalu meramaikan basecamp oposisi,
11. CEO, Manajer dan partner Zero Waste Indonesia yang selalu menjadi rekan dalam berbisnis, berproses dan bertukar ilmu mengenai dunia entrepreneur.
12. Kawan – kawan JogjaJe yang menjadi rekan seperjuangan dalam menuntun ilmu agama dan sahabat yang selalu ada dalam melewati susah senangnya kehidupan mahasiswa di Yogyakarta,
13. Keluarga Teknik Lingkungan Angkatan 2013, terimakasih telah menjadi saudara yang selalu menemani dikala susah dan senang selama merantau di Yogyakarta,
14. Teman – teman seperjuangan di Program Studi Teknik Lingkungan yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, terimakasih telah menjadi saudara beda orang tua selama merantau di Yogyakarta,

15. Dan semua kawan – kawan kampus dan non – kampus yang tidak dapat saya sebutkan semua, terimakasih atas dukungan kalian.

Penulis menyadari banyaknya kekurangan dari penulisan ini sehingga sangat diharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca untuk memperbaiki ke arah yang lebih baik. Semoga dengan adanya laporan ini dapat menambah wawasan dan bermanfaat bagi pembaca serta memberikan andil dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Lingkungan.

Yogyakarta, 8 Agustus 2017

Penulis

## ABSTRACT

*Increasing changes of land use in the area of Sub DAS Gajah Wong led to reduced water infiltration area (recharge area). Thus, improve the flow of surface runoff especially during the rainy season which cause of puddles and flood. This research aims to identify water conservation condition that already built by the community around the Sub DAS Gajah Wong and determine the conservation efforts as well as the exact location to be applied in the area of Sub DAS Gajah Wong.*

*Analysis methods used to answer this research purposes using qualitative analysis techniques to identify the eksisting condition of water conservation, willingness to pay questionnaire to determine water conservation effort which allows applied and overlay methods (stack stacking) and geographic information systems software (GIS) analysis and weighting to identify the infiltration area. Application of GIS used are Quantum GIS (QGIS), ArcGIS and the Integrated Land and Water Information System (ILWIS).*

*Based on the results of the analysis indicates conservation efforts infiltrated wells more applied by communities in Sub DAS Gajah Wong rather than biopori hole but the water conservation not all meet the criteria set by the Government yet, the possible water conservation applied in the area of Sub DAS Gajah Wong is the biopori hole and distribution class conformance infiltration area consists of highly suitable, moderately suitable, less suitable and not suitable. In research area about 79,06% from total area are suitable region as water conservation area with an area 754,37 Ha. 20,94% others aren't suitable as water conservation area with an area 199,76 Ha.*

**Keywords:** *surface runoff, water conservation, infiltration area, Sub DAS Gajah Wong*

## **ABSTRAK**

*Semakin tingginya perubahan fungsi guna lahan pada kawasan Sub DAS Gajah Wong menyebabkan berkurangnya daerah resapan air (recharge area) sehingga meningkatkan aliran permukaan (surface runoff) terutama saat musim hujan dampak yang ditimbulkan yaitu adanya genangan hingga banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi konservasi air yang sudah dilakukan oleh masyarakat disekitar Sub DAS Gajah Wong dan menentukan upaya serta lokasi konservasi yang tepat untuk diterapkan di wilayah Sub DAS Gajah Wong.*

*Metode analisis yang dipakai menggunakan metode dengan teknik analisis kualitatif untuk mengidentifikasi kondisi konservasi air eksisting, kuesioner willingness to pay untuk menentukan upaya konservasi air yang memungkinkan diterapkan serta metode overlay (tumpang susun) dengan software Sistem Informasi Geografi (SIG) dan analisis pembobotan untuk mengidentifikasi kawasan resapan air. Aplikasi SIG yang digunakan adalah Quantum GIS (QGIS), ArcGIS dan Integrated Land and Water Information System (ILWIS).*

*Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menunjukkan upaya konservasi air sumur resapan lebih banyak diterapkan masyarakat di Sub DAS Gajah Wong daripada pembuatan lubang resapan biopori namun upaya konservasi air tersebut belum semua memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh pemerintah, konservasi air yang memungkinkan diterapkan di kawasan Sub DAS Gajah Wong adalah lubang biopori dan distribusi kelas kesesuaian kawasan resapan air terdiri atas sangat sesuai, kurang sesuai, cukup sesuai, dan tidak sesuai. Pada lokasi penelitian didapat bahwa pada lokasi penelitian 79,06% dari total luas wilayah merupakan kawasan yang sesuai sebagai kawasan resapan air, dengan luas mencapai 754,37 Ha. 20,94% lainnya merupakan kawasan yang tidak sesuai sebagai kawasan resapan air, dengan luasan sebesar 199,76 Ha.*

*Kata kunci : air limpasan permukaan, konservasi air, resapan air, Sub DAS Gajah Wong*

## DAFTAR ISI

|                                                                      |      |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                              | ii   |
| PERNYATAAN .....                                                     | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                                                 | iv   |
| ABSTRACT.....                                                        | vii  |
| ABSTRAK.....                                                         | viii |
| DAFTAR ISI.....                                                      | ix   |
| DAFTAR NOTASI.....                                                   | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                  | xii  |
| DAFTAR TABEL.....                                                    | xiv  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                 | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                               | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                             | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                             | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                          | 2    |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                         | 3    |
| 1.5 Batasan Masalah .....                                            | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                        | 5    |
| 2.1 Perubahan Tata Guna Lahan .....                                  | 5    |
| 2.2 Aliran Permukaan .....                                           | 6    |
| 2.3 Banjir.....                                                      | 7    |
| 2.4 Konservasi Air .....                                             | 8    |
| 2.5.1 Pengendalian Air Limpasan Permukaan melalui Biopori.....       | 10   |
| 2.5.2 Pengendalian Air Limpasan Permukaan melalui Sumur Resapan..... | 13   |
| 2.5 Kawasan Resapan Air .....                                        | 16   |
| 2.6 Penelitian Terdahulu .....                                       | 17   |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| BAB III METODE PENELITIAN .....                  | 21 |
| 3.1 Lokasi Penelitian.....                       | 21 |
| 3.2 Metode Penelitian .....                      | 23 |
| 3.2.1 Alat dan Bahan.....                        | 23 |
| 3.2.2 Metode Pengumpulan Data.....               | 23 |
| 3.2.3 Metode Analisis Data.....                  | 25 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                | 37 |
| 4.1 Kondisi Eksisting Konservasi Air.....        | 37 |
| 4.2 Hasil Analisa Parameter Sosial Ekonomi ..... | 48 |
| 4.3 Analisis Kawasan Resapan Air .....           | 55 |
| 4.3.1 Penggunaan Lahan .....                     | 55 |
| 4.3.2 Curah Hujan .....                          | 58 |
| 4.3.3 Kemiringan Lereng .....                    | 62 |
| 4.3.4 Jenis Tanah.....                           | 64 |
| 4.3.5 Kepadatan penduduk.....                    | 69 |
| 4.3.6 Pemetaan Daerah Resapan Air.....           | 73 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....                 | 81 |
| 5.1 Kesimpulan .....                             | 81 |
| 5.2 Saran .....                                  | 82 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                             | 83 |
| LAMPIRAN.....                                    | 86 |

## DAFTAR NOTASI

|        |                                                 |
|--------|-------------------------------------------------|
| DAS    | = Daerah Aliran Sungai                          |
| DIY    | = Daerah Istimewa Yogyakarta                    |
| KPY    | = Kawasan Perkotaan Yogyakarta                  |
| SIG    | = Sistem Informasi Geografis                    |
| QGIS   | = <i>Quantumm Geographic Information System</i> |
| RWH    | = <i>Rain Water Harvesting</i>                  |
| Permen | = Peraturan Menteri                             |
| RBI    | = Rupa Bumi Indonesia                           |
| BPS    | = Badan Pusat Statistik                         |
| RKPD   | = Rencana Kerja Pembangunan Daerah              |
| RW     | = Rukun Warga                                   |
| RT     | = Rukun Tetangga                                |
| Slope  | = Kemiringan lereng                             |
| LH     | = Lingkungan Hidup                              |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Jenis Penggunaan Lahan di Kota Yogyakarta .....                                                      | 6  |
| Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Mengenai Aplikasi Rekayasa Lingkungan di Sub<br>DAS Gajah Wong.....             | 15 |
| Tabel 3.1 Syarat Distribusi Hujan.....                                                                         | 27 |
| Tabel 3.2 Matriks Perbandingan AHP .....                                                                       | 28 |
| Tabel 3.3 Bobot Relatif setiap Parameter .....                                                                 | 29 |
| Tabel 3.4 Bobot Relatif setiap Parameter .....                                                                 | 29 |
| Tabel 3.5 Nilai Bobot Parameter Resapan Air.....                                                               | 30 |
| Tabel 3.6 Skor Variabel/Parameter Penggunaan Lahan .....                                                       | 31 |
| Tabel 3.7 Skor Variabel/Parameter Curah Hujan .....                                                            | 31 |
| Tabel 3.8 Skor Variabel/Parameter Kemiringan Lahan.....                                                        | 31 |
| Tabel 3.9 Skor Variabel/Parameter Tekstur Tanah.....                                                           | 32 |
| Tabel 3.10 Skor Total Kelas Kesesuaian Kawasan Resapan Air.....                                                | 33 |
| Tabel 4.1 Konservasi Air Eksisting .....                                                                       | 37 |
| Tabel 4.2 Profil Ekonomi Responden.....                                                                        | 49 |
| Tabel 4.3 Persepsi responden terhadap air hujan .....                                                          | 37 |
| Tabel 4.4 Harga Kisaran WTP.....                                                                               | 49 |
| Tabel 4.5 Estimasi Biaya Pembuatan Lubang Biopori .....                                                        | 51 |
| Tabel 4.6 Estimasi Biaya Pembuatan Sumur Resapan .....                                                         | 51 |
| Tabel 4.7 Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian.....                                                           | 54 |
| Tabel 4.8 Angka Curah Hujan di Lokasi Penelitian .....                                                         | 56 |
| Tabel 4.9 Kelas Kemiringan Lereng Tanah .....                                                                  | 59 |
| Tabel 4.10 Jenis Tanah di Kabupaten Sleman .....                                                               | 61 |
| Tabel 4.11 Klasifikasi Tekstur Tanah Berdasarkan Jenis Tanah di Wilayah<br>Yogyakarta, Sleman dan Bantul ..... | 63 |
| Tabel 4.11 Jenis Tanah di Kabupaten Sleman .....                                                               | 61 |
| Tabel 4.12 Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian.....                                                          | 54 |
| Tabel 4.12 Kondisi Eksisting Jenis Tanah di Lokasi Penelitian .....                                            | 63 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.13 Kelas Kepadatan Penduduk .....                               | 66 |
| Tabel 4.14 Kepadatan Penduduk di Lokasi Penelitian pada Tahun 2016..... | 67 |
| Tabel 4.15 Bobot Sub Parameter Lokasi Konservasi Air .....              | 71 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Lubang Resapan Biopori (LRB) .....                                                                  | 10 |
| Gambar 2.2 Pembuatan Lubang Resapan Biopori .....                                                              | 12 |
| Gambar 2.3 Contoh Sumur Resapan Dangkal dengan menggunakan Talang<br>Bangunan .....                            | 15 |
| Gambar 2.4 Contoh Sumur Resapan Dangkal berbentuk bulat dengan<br>menggunakan saluran terbuka.....             | 16 |
| Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....                                                                             | 22 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Penelitian .....                                                                | 34 |
| Gambar 4.1 Diagram Kejadian Banjir atau Genangan pada Lokasi Penelitian....                                    | 36 |
| Gambar 4.2 Konservasi Air Exisiting di Lokasi Penelitian.....                                                  | 38 |
| Gambar 4.3 Lubang Biopori di Kawasan Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta..                                        | 39 |
| Gambar 4.4 Lubang Biopori di Kawasan Baciro, Gondokusuman, Yogyakarta..                                        | 40 |
| Gambar 4.5 Lubang Biopori di Kawasan Pandeyan, Umbulharjo .....                                                | 40 |
| Gambar 4.6 Lubang Biopori di Kawasan Rejowinangun, Kotagede.....                                               | 41 |
| Gambar 4.7 Sumur Resapan di Kawasan Gendeng, Baciro, Yogyakarta .....                                          | 42 |
| Gambar 4.8 Sumur Resapan di Kawasan Papringan, Catur Tunggal, Sleman .....                                     | 42 |
| Gambar 4.9 Sumur Resapan di Kawasan Babadan, Plumbon, Banguntapan .....                                        | 43 |
| Gambar 4.10 Bak Kontrol dan Sumur Resapan di Kawasan Warungboto,<br>Umbulharjo, Yogyakarta .....               | 44 |
| Gambar 4.11 Bak Kontrol dan Sumur Resapan di Kawasan Prenggan, Kotagede,<br>Yogyakarta .....                   | 44 |
| Gambar 4.12 Konsep drainase yang berwawasan lingkungan (foto kanan) dan<br>Inlet ecodrainage (foto kiri) ..... | 45 |
| Gambar 4.13 Diagram Tingkat Pendidikan Responden .....                                                         | 46 |
| Gambar 4.14 Prosentase Ketersediaan Warga untuk Menyisihkan Uang<br>Tambahan .....                             | 49 |
| Gambar 4.15 Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian .....                                                        | 53 |
| Gambar 4.16 Grafik Curah Hujan di Lokasi Penelitian Tahun 2006 – 2015.....                                     | 56 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.17 Sebaran Curah Hujan di Lokasi Penelitian .....                             | 57 |
| Gambar 4.18 Kondisi Eksisting Kemiringan Lereng di Lokasi Penelitian.....              | 59 |
| Gambar 4.19 Kepadatan Penduduk di Lokasi Penelitian pada Tahun 2016.....               | 68 |
| Gambar 4.20 Peta Konservasi Air di Lokasi Penelitian.....                              | 71 |
| Gambar 4.21 Histogram Luas Kawasan Konservasi Air Berdasarkan Kelas<br>Kesesuaian..... | 72 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1** : Kuesioner Willingness to Pay
- Lampiran 2** : Kondisi Konservasi Air Eksisting
- Lampiran 3** : Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Daerah Penelitian
- Lampiran 4** : Perhitungan Kepadatan Penduduk
- Lampiran 5** : Pembobotan AHP
- Lampiran 6** : Kelas Kesesuaian Konservasi Air
- Lampiran 7** : Penentuan Jumlah Resapan Lubang Biopori
- Lampiran 8** : Peta Sebaran Lokasi Sampel di Lokasi Penelitian

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang sulit dibatasi terutama di wilayah perkotaan memberikan dampak yang sangat serius terhadap penurunan daya dukung lingkungan. Adanya peningkatan jumlah penduduk akan meningkatkan kebutuhan akan sandang, pangan, papan dan energi. Akibatnya akan terjadi peningkatan pengurangan areal resapan air hujan untuk pemenuhan kebutuhan penduduk. Peningkatan intensitas perubahan alih fungsi daerah resapan air hujan ini menimbulkan degradasi lahan disekitar daerah aliran sungai (DAS).

Salah satu kota besar yang intensitas perubahan alih fungsi lahan nya cukup tinggi terutama disekitar DAS adalah Kota Yogyakarta. Terdapat tiga buah sungai yang membelah Kotamadya Yogyakarta, yaitu Sungai Code, Sungai Winongo, dan Sungai Gajah Wong. Di sepanjang ketiga sungai ini, telah berkembang pemukiman liar yang dihuni oleh pendatang. Kondisi pemukiman yang pertumbuhannya tidak direncanakan oleh pemerintah ini berpengaruh pada kondisi hunian yang tidak layak apabila dinilai berdasarkan Kriteria Standar Pelayanan Minimal sesuai dengan Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah No.534/KPTS/M/2001. Sungai Gajah Wong merupakan salah satu sungai yang melintasi kota Yogyakarta yang diketahui bahwa terjadi penyempitan sungai akibat adanya bangunan-bangunan di bantaran sungai yang mengakibatkan sungai tidak lagi bisa menampung aliran air yang akhirnya bisa mengakibatkan banjir.

Adanya perubahan fungsi guna lahan menyebabkan berkurangnya daerah resapan air (*recharge area*) sehingga meningkatkan aliran permukaan (*surface runoff*) terutama saat musim hujan. Dengan meningkatnya aliran permukaan (*surface runoff*) ini akan berdampak besar pada bagian hilir sungai yaitu adanya genangan hingga banjir. Seperti tercantum dalam Buku Laporan Pengaduan Masyarakat bahwa pada tanggal 18 Januari 2015 terjadi bencana banjir di kawasan Balirejo, Kotagede dimana terdapat 10 warga yang terjebak banjir dirumahnya.

Pada saat ini usaha yang dilakukan untuk menanggulangi kejadian limpasan masih bersifat konvensional yaitu dengan mengalirkan aliran secepatnya ke badan sungai melalui usaha teknik seperti sudetan dan normalisasi badan sungai. Sementara usaha yang kedua yaitu dengan mengupayakan aliran selambat-lambatnya masuk ke badan sungai yaitu dengan upaya memperluas areal resapan, tapi hal ini mengalami kendala karena kebutuhan akan lahan untuk resapan. Saat ini pemerintah mendukung konservasi sumber daya air lainnya yang berfungsi mengembalikan angka resapan air tanah yang hilang juga mengurangi limpasan air permukaan dengan cara pemanfaatan air hujan dengan membuat kolam pengumpul air hujan, sumur resapan dangkal, sumur resapan dalam dan lubang resapan biopori.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang diatas, dapat diuraikan rumusan masalahnya, yaitu:

1. Bagaimana kondisi konservasi air eksisting untuk mengurangi debit limpasan di Sub DAS Opak kawasan perkotaan Yogyakarta.
2. Bagaimana solusi untuk mengurangi debit limpasan permukaan akibat kurangnya daerah resapan air hujan di Sub DAS Opak kawasan perkotaan Yogyakarta.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Pada penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi kondisi konservasi air yang sudah ada di Sub DAS Gajah Wong wilayah perkotaan Yogyakarta.
2. Menganalisis upaya konservasi air yang harus dibuat berdasarkan kemampuan masyarakat.
3. Menganalisis lokasi konservasi air yang tepat di Sub DAS Gajah Wong wilayah perkotaan Yogyakarta.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

##### 1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan terhadap ilmu teknik lingkungan, terhadap penanganan masalah-masalah genangan atau banjir di DAS yang terletak di perkotaan, yakni pemetaan terhadap kawasan yang cocok untuk dijadikan daerah resapan air.

##### 2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam memecahkan permasalahan lingkungan berupa meningkatnya debit limpasan air hujan yang dampaknya yaitu terjadinya genangan atau banjir dan meningkatnya alih fungsi lahan menjadi lahan yang kedap air yang dampaknya yaitu berkurangnya cadangan air tanah di wilayah perkotaan. Sehingga dapat mempermudah pemerintah untuk pengambilan keputusan dan pertimbangan kebijakan.

#### 1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang ditentukan, agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan harapan dan tidak terjadi penyimpangan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan pada batas Sub DAS Opak kawasan perkotaan Yogyakarta di bantaran Sungai Gajah Wong yang didasarkan pada air limpasan saluran drainase.
2. Lokasi sebaran sampel penelitian difokuskan pada daerah yang teridentifikasi tingkat kerawanan banjir/genangannya sangat tinggi dan tinggi. Hal ini didasarkan pada tingkat urgensi peneliti dalam penerapan upaya pengurangan debit limpasan pada lokasi penelitian.
3. Penentuan upaya konservasi air yang harus dibuat didasarkan pada hasil kuesioner *willingness to pay* dan dikorelasikan dengan estimasi biaya pembuatan upaya konservasi air.

4. Pemodelan yang digunakan untuk menentukan lokasi konservasi air yang sesuai menggunakan aplikasi *Quantum GIS (QGIS)*, *Arc GIS*, dan *Integrated Land and Water Information System (ILWIS)*.
5. Upaya konservasi air yang diterapkan pada penelitian ini dibatasi pada penanganan masalah kuantitas limpasan air hujan.
6. Penentuan lokasi konservasi air pada penelitian ini berdasar pada konsep *overlay* pada SIG dan pembobotan AHP pada aplikasi ILWIS dari kelima parameter peta penggunaan lahan, kemiringan lereng, curah hujan, kepadatan penduduk dan peta jenis tanah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perubahan Tata Guna Lahan**

Perubahan tata guna lahan akan berakibat pada berkurangnya daerah peresapan dan menaikkan laju aliran permukaan. Perubahan tata guna lahan dari hutan menjadi areal pemukiman/*real estate* mengakibatkan kenaikan debit puncak menjadi 5-20 kali dari kondisi semula (Raudkivi, 1979; Subarkah, 1980; Schwab dkk, 1981; Loebis, 1984 dalam Kodoaite dan Roestam, 2005).

Perubahan penggunaan lahan yang menghasilkan permukaan lahan yang kedap air menimbulkan air hujan yang jatuh tidak dapat meresap ke dalam tanah. Hujan akan langsung menjadi aliran permukaan, dan meningkatkan potensi banjir dan genangan di kawasan tersebut. Berdasarkan penelitian Bagus (2008) yang dilakukan di Kota Malang bahwa semakin sering terjadi genangan dan banjir pada waktu musim hujan di Kota Malang. Padahal, seharusnya Kota Malang yang terletak di daerah pegunungan dengan curah hujan yang relatif tinggi dapat memberikan masukan terhadap cadangan air tanah sehingga permasalahan banjir atau genangan tidak perlu terjadi

Di Yogyakarta, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2007-2014 mencatat adanya perubahan penggunaan lahan yang cukup signifikan di sektor jasa, perusahaan dan pertanian. Pada sektor jasa dan perusahaan menunjukkan angka yang cenderung meningkat sedangkan pada sektor pertanian semakin menurun. Hal ini menandakan adanya pembukaan lahan pertanian untuk dijadikan sektor lainnya. Adapun data tersebut disajikan pada tabel 2.1 berikut :

**Tabel 2.1** Jenis Penggunaan Lahan di Kota Yogyakarta

| Jenis Penggunaan Lahan (Ha) |           |        |            |          |           |               |             |        |
|-----------------------------|-----------|--------|------------|----------|-----------|---------------|-------------|--------|
| Tahun                       | Perumahan | Jasa   | Perusahaan | Industri | Pertanian | Non Produktif | Lain - lain | Jumlah |
| 2007                        | 2.104,36  | 275,47 | 275,617    | 52,234   | 134,052   | 20,113        | 388,16      | 3.250  |
| 2008                        | 2.106,34  | 275,56 | 277,565    | 52,234   | 130,029   | 20,041        | 388,16      | 3.250  |
| 2009                        | 2.105,11  | 275,71 | 284,498    | 52,234   | 124,166   | 20,113        | 388,118     | 3.250  |
| 2010                        | 2.105,39  | 279,37 | 286,138    | 52,234   | 118,591   | 20,113        | 388,16      | 3.250  |
| 2011                        | 2.104,31  | 279,64 | 289,581    | 52,234   | 115,961   | 20,113        | 388,16      | 3.250  |
| 2012                        | 2.105,07  | 279,59 | 294,19     | 52,23    | 111,81    | 18,94         | 388,16      | 3.250  |
| 2013                        | 2.100,72  | 280,57 | 300,73     | 52,23    | 109,15    | 18,43         | 388,16      | 3,25   |

Sumber Data: Kota Yogyakarta Dalam Angka 2007 – 2014

## 2.2 Aliran Permukaan

Selama peristiwa hujan, sebagian air hujan ditahan oleh tanaman sebelum mencapai permukaan bumi (interception). Air ini sebagian pada akhirnya akan jatuh ke bumi dan sebagian akan menguap. Pada kawasan hutan yang rimbun, sebagian besar hujan ditangkap oleh dedaunan dan ranting. Jika kapasitas dedaunan sudah penuh, air akan turun melalui cabang batang pohon dan menetes ke bawah (Brown and Barker, 1970; Regerson and Byrnes, 1968; Helvey, 1967 dalam Suripin, 2004).

Adanya perubahan tataguna lahan yaitu berubahnya fungsi tutupan lahan (*land use change*) dari lahan hijau menjadi permukiman akan mengakibatkan terjadinya perubahan perimbangan air atau siklus hidrologi setempat, artinya semakin meningkat luasan tutupan lahan oleh lapisan kedap air, akan menyebabkan peningkatan volume aliran permukaan (surface runoff) dan mengurangi jumlah resapan ke dalam tanah (ilfiltrasi). Besaran resapan (ilfiltrasi) dan aliran permukaan (surface runoff), selain dipengaruhi oleh perubahan tata guna lahan juga akan tergantung dari kondisi geologi, topografi serta besarnya hujan daerah setempat (Sudarto, 2009)

Aliran permukaan dipengaruhi oleh banyak faktor secara bersamaan. Secara umum faktor yang berpengaruh dikelompokkan menjadi dua yaitu faktor

meteorologi dan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS). Faktor-faktor meteorologi yang berpengaruh terhadap aliran permukaan antara lain Intensitas hujan, Durasi hujan dan Distribusi curah hujan. Sementara karakteristik suatu DAS yang berpengaruh terhadap pola aliran permukaan adalah: Luas dan bentuk DAS, Topografi.

Tata guna lahan merupakan faktor penting dalam mempengaruhi laju dan volume aliran permukaan. Tata guna lahan merupakan nisbah antara besarnya aliran permukaan dan intensitas hujan. Tata guna lahan dalam perhitungan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C). Nilai C berkisar antara 0 sampai 1, nilai  $C = 0$ , menunjukkan bahwa semua air hujan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya nilai  $C = 1$  maka semua air hujan berubah menjadi aliran permukaan. Pada DAS yang kondisinya masih baik harga C mendekati 0, semakin rusak suatu DAS harga C semakin mendekati 1 (Budinetro dkk, 2012).

Perubahan karakteristik DAS bisa berupa peningkatan daerah yang kedap air yang akan menyebabkan peningkatan volume aliran permukaan. Perbandingan antara volume aliran permukaan dengan total hujan yang terjadi disebut koefisien aliran permukaan (koefisien runoff). Koefisien runoff dapat dipelihara seperti kondisi masa prapembangunan dengan memberikan pengalihan air hujan menjadi infiltrasi, penahanan dan penyimpanan.

### **2.3 Banjir**

Ada dua peristiwa banjir, pertama peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir dan kedua peristiwa banjir terjadi karena limpasan air banjir dari sungai yang disebabkan oleh debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alur sungai atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002). Tipe banjir yang disebabkan oleh peningkatan volume air limpasan, biasanya terjadi di daerah dataran rendah atau pesisir yang merupakan outlet dari sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS). Pola pemanfaatan lahan dan intervensi manusia dalam pengelolaan sumber daya alam yang tidak memperhatikan lingkungan hidup atau ekosistem dapat mengakibatkan permasalahan-permasalahan lingkungan, salah satunya adalah

terjadinya kejadian banjir (Hakim, 2008; Djuwansyah dkk, 2009). Oleh karena itu, penyebab utama banjir adalah pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan daya dukungnya, akibat tekanan populasi penduduk (Djuwansyah dkk, 2009).

Sementara menurut Department of Environmental Resources (1999) menyebutkan bahwa untuk kawasan yang masih natural dan belum dibangun menghasilkan aliran permukaan berkisar antara 10 – 30 % dari total air hujan. Apabila kawasan itu dibangun akan memberikan dampak kenaikan aliran permukaan sampai 50 % dari total air hujan. Selanjutnya upaya untuk menghindari banjir pada kawasan regional biasanya dibuat drainase, tetapi dengan adanya drainase justru meningkatkan debit aliran permukaan.

#### **2.4 Konservasi Air**

Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 02 Tahun 2017 tentang Cekungan Air Tanah di Indonesia bahwa konservasi air tanah diartikan sebagai upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan sifat dan fungsi air tanah agar senantiasa tersedia baik dalam kualitas dan kuantitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik pada saat waktu sekarang maupun yang akan datang sehingga diharapkan tidak akan terjadi adanya krisis air tanah nantinya. Prinsip dasar konservasi air adalah mencegah atau meminimalkan air yang hilang sebagai aliran permukaan dan menyimpannya semaksimal mungkin ke dalam tubuh bumi. Atas dasar prinsip ini maka curah hujan yang berlebihan pada musim hujan tidak dibiarkan mengalir ke laut tetapi ditampung dalam suatu wadah yang memungkinkan air kembali meresap ke dalam tanah (groundwater recharge) melalui pemanfaatan air hujan dengan cara membuat kolam pengumpul air hujan, sumur resapan dangkal, sumur resapan dalam dan lubang resapan biopori (Permen LH No. 12 Tahun 2009).

Menurut R. J. Kodoatie dan Roestam S. (2005) bahwa prinsip dasar konservasi air adalah memanfaatkan air hujan yang turun ke tanah se-efisien mungkin, mengendalikan kelebihan air dimusim hujan, dan menyediakan air yang cukup di musim kemarau. Upaya yang bisa dilakukan adalah memperlambat aliran permukaan, menampung dan mengalirkan aliran permukaan serta memperbesar

kapasitas infiltrasi air. Menurut Brontowiyono (2008) dalam mengurangi debit limpasan dapat dilakukan dengan pemanenan air hujan atau Rainwater Harvesting (RWH) untuk keperluan imbuhan air tanah, kolam konservasi, dan penerapan drainase ramah lingkungan.

Konservasi sumber daya air yang diperkenalkan oleh Handojo (2008) dapat dibagi menjadi konservasi di hulu, tengah dan hilir sungai wilayah.

### **1). Daerah Hulu (Parit resapan)**

1. Parit resapan merupakan penampungan air sementara untuk menampung limpasan air permukaan supaya terserap ke dalam tanah.
2. Fungsi dari parit resapan tersebut adalah untuk mengurangi air limpasan, menyaring polutan, dan meningkatkan pengisian ulang air tanah.
3. Parit resapan dibuat dengan kedalaman kurang dari 1 m dan lebar 80 cm. Parit dapat diisi dengan kerikil atau dikominasikan dengan pipa.

### **2). Daerah Tengah (Embung resapan)**

1. Membuat embung resapan: efektif dengan pendekatan keteknikan yang ringan, berdasarkan pada prose salami untuk mengantisipasi banjir dan kekeringan.
2. Menyediakan waktu untuk air dapat terserap
3. Menampung air hujan yang dapat digunakan saat musim kemarau
4. Meningkatkan kualitas air.

### **3). Daerah hilir (Sumur resapan)**

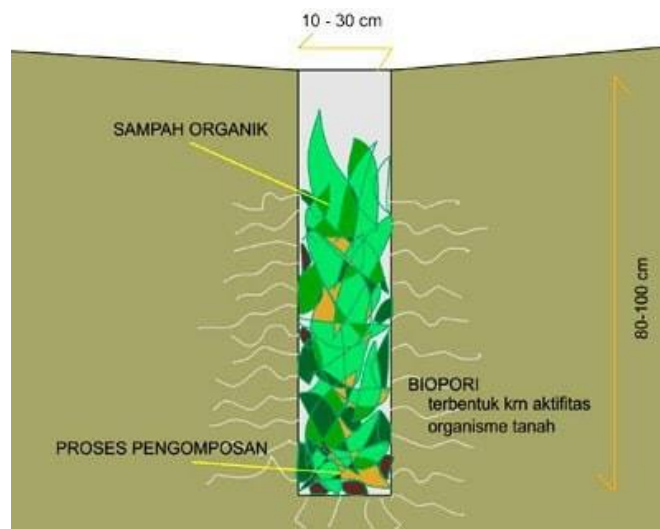
1. Membangun sumur resapan yang menjadi syarat dalam izin membangun bangunan.
2. Meningkatkan pengisian kembali air tanah.
3. Sebagai upaya untuk mengatasi ekstraksi air tanah yang akan mengakibatkan penurunan tanah.
4. Berkontribusi dalam mengurangi limpasan air permukaan.

### **2.5.1 Pengendalian Air Limpasan Permukaan melalui Biopori**

Di daerah yang masih alami, mekanisme pembentukan biopori terjadi dengan sendirinya dengan adanya perubahan struktur di atas dan di dalam tanah akibat pembangunan/ pengolahan tanah yang dilakukan manusia seperti pertanian, deforestasi dan perumahan, mekanisme alamiah pembentukan biopori menjadi tidak berjalan.

Lubang resap biopori dibuat untuk menangkap air limpasan permukaan agar meresap ke dalam tanah melalui kemampuan filtrasi tanah. Jadi biopori selain berfungsi sebagai wadah untuk menampung air hujan, juga berfungsi sebagai media agar air mengalami proses resap ke dalam tanah. Dengan demikian peranannya adalah memperkecil debit limpasan permukaan langsung (direct runoff), sehingga diharapkan tidak terjadi genangan di atas permukaan tanah.

Salah satu aspek kinerja lobang resap biopori adalah aspek kemanfaatannya di dalam menjamin adanya imbuhan buatan terhadap air tanah (groundwater). Sebab salah satu dampak dari berubahnya tataguna lahan dari lahan terbuka menjadi lahan yang terbangun dengan menutup permukaan tanah tersebut adalah terhentinya proses suplai terhadap air tanah melalui proses infiltrasi dan perkolasi. Dalam hal ini, jika proses imbuhan airtanah secara alami terhenti, maka proses imbuhan air tanah secara buatan (artificial recharge) adalah penggantinya. Biopori adalah salah satu metode peresapan buatan (Pungut dan Sri Widyastuti, 2013).



Sumber: [www.biopori.com](http://www.biopori.com)

Gambar 2.1 Lubang Resapan Biopori (LRB)

Lubang resapan biopori adalah teknologi tepat guna dan ramah lingkungan untuk mengatasi banjir dengan cara:

- Meningkatkan daya resapan air

Lubang dibuat di tanah kemudian diisi dengan sampah organik atau sampah yang biodegradable. Sampah yang ada di dalam lubang akan menjadi makanan organisme-organisme tanah. Hal ini akan meningkatkan aktivitas organisme-organisme tanah di sekitar lubang resapan biopori sehingga menambah jumlah biopori di sekitarnya. Dengan mengubah struktur tanah menjadi lebih berpori, kemampuan tanah meresap air menjadi meningkat dan mencegah terjadinya banjir dan kekeringan.

- Memanfaatkan fauna tanah dan atau akar tanaman

Seperti disebutkan di atas, lubang resapan biopori diaktifkan oleh organisme tanah, khususnya fauna tanah dan perakaran tanaman. Aktivitas mereka yang selanjutnya akan menciptakan rongga-rongga atau liang-liang di dalam tanah yang akan dijadikan “saluran” air untuk meresap ke dalam tubuh tanah. Dengan memanfaatkan aktivitas mereka maka rongga-rongga atau liang-liang tersebut akan senantiasa terpelihara dan terjaga keberadaannya sehingga kemampuan peresapannya akan tetap terjaga tanpa campur tangan langsung

dari manusia untuk pemeliharannya. Hal ini tentunya akan sangat menghemat tenaga dan biaya ([www.biopori.com](http://www.biopori.com)).

Berdasarkan penelitian Muhammad Hafizh dan Terunajaya (2014) diperoleh nilai koefisien permeabilitas ( $k$ ) tanah adalah  $8,774 \times 10^{-4}$  cm/detik, nilai laju infiltrasi konstan ( $f_c$ ) di adalah 8,40 cm/jam, sedangkan nilai laju infiltrasi ( $f_c$ ) rata-rata lubang resapan biopori adalah 95,20 cm/jam. Total debit banjir kawasan perumahan sebelum direncanakan lubang resapan biopori adalah  $52,365 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/detik, jika pada setiap rumah membuat 1 unit lubang resapan biopori maka debit banjir berkurang sebesar  $9,154 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/detik menjadi  $43,211 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/detik. Lubang resapan biopori terbukti efektif mereduksi debit banjir sebesar 17,46 % dari total debit banjir di kawasan perumahan. Setelah dilakukan perhitungan laju infiltrasi dan intensitas curah hujan maka dapat disimpulkan bahwa lubang resapan biopori yang direncanakan terbukti efektif mempercepat infiltrasi, yaitu hasil laju infiltrasi  $\geq$  intensitas hujan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 9 tahun 2012 tentang Pemanfaatan Air Hujan untuk pembuatan lubang biopori mempunyai beberapa syarat sebagai berikut.

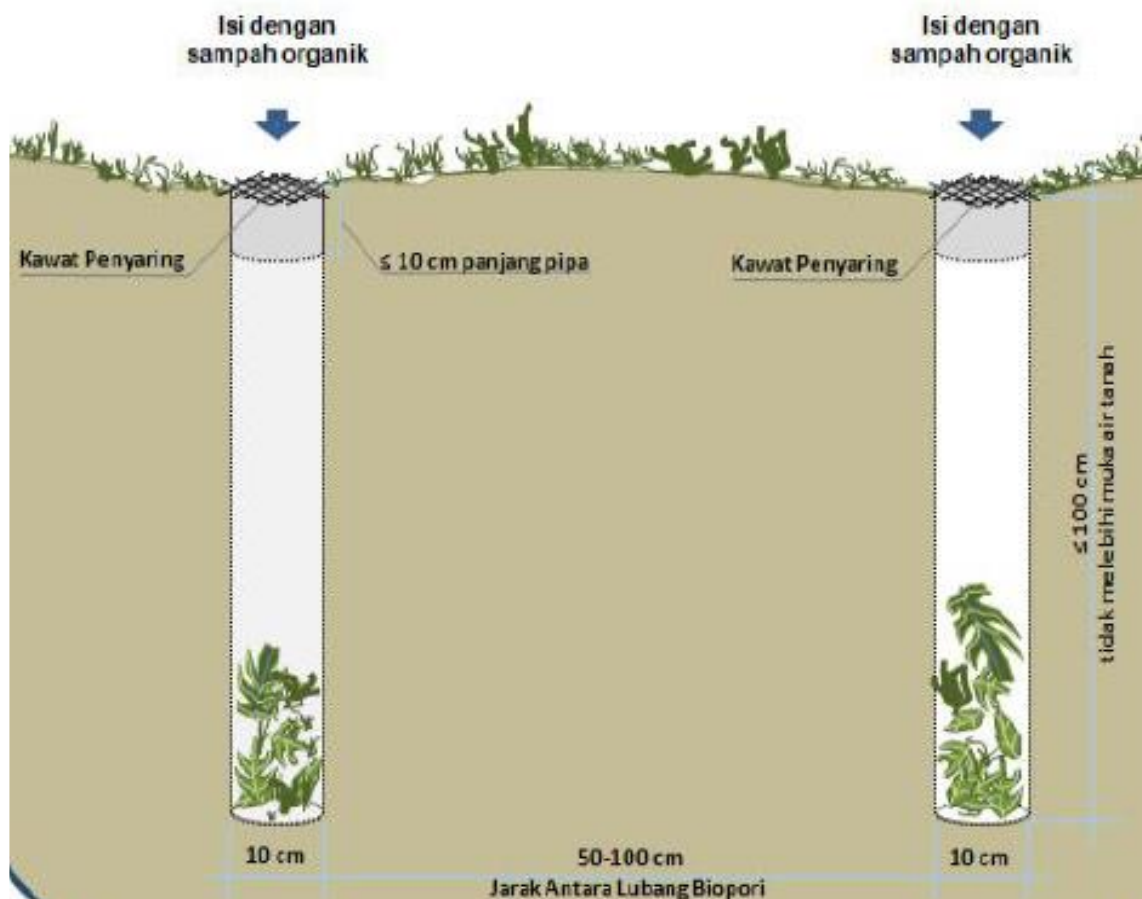
1. Persyaratan lokasi

- a. daerah sekitar pemukiman, taman, halaman parkir dan sekitar pohon; dan/atau
- b. pada daerah yang dilewati aliran air hujan.

2. Konstruksi

- a. membuat lubang silindris ke dalam tanah dengan diameter 10 cm, kedalaman 100 cm atau tidak melampaui kedalaman air tanah. Jarak pembuatan lubang resapan biopori antara 50 – 100 cm;
- b. memperkuat mulut atau pangkal lubang dengan menggunakan:
  - 1) paralon dengan diameter 10 cm, panjang minimal 10 cm; atau
  - 2) adukan semen selebar 2 – 3 cm, setebal 2 cm disekeliling mulut lubang.

- c. mengisi lubang LRB dengan sampah organik yang berasal dari dedaunan, pangkasan rumput dari halaman atau sampah dapur; dan
- d. menutup lubang resapan biopori dengan kawat saringan.



Sumber: Permen LH No. 9 tahun 2012

Gambar 2.2 Pembuatan Lubang Resapan Biopori

### 2.5.2 Pengendalian Air Limpasan Permukaan melalui Sumur Resapan

Sumur resapan air hujan (SRAH) menurut Muhsinatun Siasah Masruri (1997) dalam buku Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Sarana Konservasi Sumberdaya Air Tanah di Kota Madya Yogyakarta adalah lubang galian berupa sumur untuk menampung dan meresapkan air hujan. Sesuai dengan namanya air yang boleh masuk kedalam sumur resapan adalah air hujan yang disalurkan dari atap bangunan atau air hujan yang mengalir diatas permukaan tanah pada waktu hujan. Air dari kamar mandi, WC dan dapur tidak dimasukkan kedalam SRAH karena air tersebut

merupakan limbah. Air dari WC harus dimasukkan ke dalam septictank kedap air agar bakterinya tidak mencemari air tanah.

Manfaat sumur resapan air hujan terhadap lingkungan adalah untuk mengurangi angka imbang air yaitu sebagai pemasok air tanah untuk memenuhi kebutuhan air bersih guna menopang kehidupan, mengatasi intrusi air laut, memperbaiki mutu air tanah, mengatasi kekeringan dimusim kemarau, menanggulangi banjir dimusim hujan, mengendalikan air larian (run off) yang mengakibatkan pengikisan humus tanah. Dengan terkendalinya erosi tanah, secara tidak langsung mengurangi sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan sungai.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 9 tahun 2012 tentang Pemanfaatan Air Hujan untuk pembuatan sumur resapan dangkal mempunyai beberapa syarat sebagai berikut.

a. Persyaratan lokasi

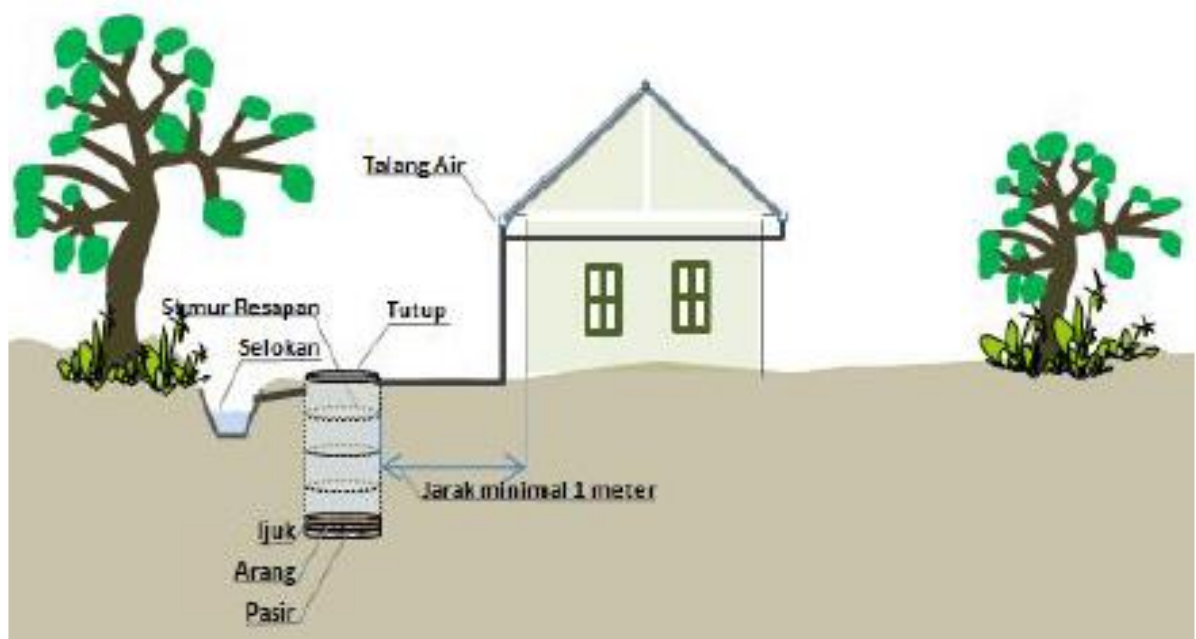
Cara ini diperuntukkan bagi lokasi yang mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- 1) tinggi muka air tanah  $> 0,5$  m; dan/atau
- 2) berada pada lahan yang datar dan berjarak minimum 1 m dari pondasi bangunan.

b. Konstruksi

- 1) sumur resapan dangkal dibuat dalam bentuk bundar atau empat persegi dengan menggunakan batako atau bata merah atau buis beton;
- 2) sumur resapan dangkal dibuat pada kedalaman di atas muka air tanah atau kedalaman antara 0,5 – 10 m di atas muka air tanah dangkal dan dilengkapi dengan memasang ijuk, koral serta pasir sebesar 25% dari volume sumur resapan dangkal;
- 3) sumur resapan dangkal dilengkapi dengan bak control yang dibangun berjarak + 50 cm dari sumur resapan dangkal yang berfungsi sebagai pengendap;

- 4) sumur resapan dangkal dan bak kontrol dilengkapi dengan penutup yang dapat dibuat dari beton bertulang atau plat besi;
- 5) membuat saluran air dari talang rumah atau saluran air di atas permukaan tanah untuk dimasukkan ke dalam sumur dengan ukuran sesuai jumlah aliran. Sumur resapan yang sumber airnya dialirkan melalui talang bangunan tidak perlu membuat bak kontrol; dan
- 6) memasang pipa pembuangan yang berfungsi sebagai saluran limpasan jika air dalam sumur resapan sudah penuh.



Sumber: Permen LH No. 9 tahun 2012

Gambar 2.3 Contoh Sumur Resapan Dangkal dengan menggunakan Talang Bangunan



Sumber: Permen LH No. 9 tahun 2012

Gambar 2.4 Contoh Sumur Resapan Dangkal berbentuk bulat dengan menggunakan saluran terbuka.

## 2.5 Kawasan Resapan Air

Kawasan resapan air adalah daerah yang mempunyai kemampuan tinggi untuk meresapkan air hujan sehingga merupakan tempat pengisian pengisian air bumi (akuifer) yang berguna sebagai mata air (Peraturan Daerah Kota Tulungagung No. 10 Tahun 2012). Menurut Wibowo (2006) fungsi kawasan resapan air selain sebagai penambah cadangan air tanah juga berfungsi untuk mengurangi potensi kemungkinan terjadinya banjir. Menurut Anonim (2004) dalam Wibowo (2006) bahwa secara umum kawasan resapan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- o Mempunyai arah umum aliran airtanah secara vertikal
- o Air meresap ke dalam tanah sampai muka air tanah
- o Kedudukan muka preatik relatif dalam
- o Kedudukan muka preatik lebih dalam dari muka pisometrik pada kondisi alamiah

- o Daerah singkapan batuan lolos air tidak jenuh air
- o Daerah perbukitan atau pegunungan
- o Kandungan kimia air tanah relative rendah
- o Umur air tanah relatif muda

Secara umum proses resapan air tanah ini terjadi melalui 2 proses berurutan, yaitu infiltrasi (pergerakan air dari atas ke dalam permukaan tanah) dan perkolasi yaitu gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh ke dalam zona jenuh air. Daya infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum yang mungkin, yang ditentukan oleh kondisi permukaan tanah. Daya perkolasi adalah laju perkolasi maksimum yang mungkin, yang besarnya ditentukan oleh kondisi tanah di zona tidak jenuh. Laju infiltrasi akan sama dengan intensitas hujan jika laju infiltrasi masih lebih kecil dari daya infiltrasinya. Perkolasi tidak akan terjadi jika porositas dalam zona tidak jenuh belum mengandung air secara maksimum. Proses infiltrasi berperan penting dalam pengisian kembali lensa tanah dan air tanah. Pengisian kembali lensa tanah sama dengan selisih antara infiltrasi dan perkolasi (jika ada) (Wibowo, 2006)

## **2.6 Penelitian Terdahulu**

Kajian penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan dalam penelitian aplikasi rekayasa lingkungan di Sub DAS Gajah Wong. Adapun beberapa penelitian yang dijadikan acuan dalam penelitian ini antara lain :

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu Mengenai Aplikasi Rekayasa Lingkungan di Sub  
DAS Gajah Wong

| No | Judul Penelitian dan Peneliti                                                                               | Tujuan penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Metode                                                                                                                                | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Di Das Citepus, Kota Bandung (Adelia Untari, 2012)  | <p>Mengetahui kecenderungan perubahan penggunaan lahan di DAS Citepus tahun 1986-2009</p> <p>Mengetahui konsistensi penggunaan lahan tahun 2009 dengan Rencana Tata Ruang Wilayah tahun 2011-2031 di DAS Citepus</p> <p>Mengevaluasi pengaruh perubahan tata guna lahan dan nilai koefisien aliran terhadap debit limpasan di DAS Citepus</p> <p>4. Menentukan alternatif konservasi yang dapat dilakukan pemerintah daerah dan masyarakat.</p> | Pearson Tipe III, Log Person Tipe III, Gumbel dan Log Normal, Metode Rasional, Pemodelan QGIS (Quantum Geographic Information System) | Berdasarkan hasil penelitian didapat perbandingan Nilai C Tata Guna Lahan 1986, 2009, RTRW 2031 dan Dengan Upaya Konservasi Kombinasi (Biopori, Sumur Resapan , Kolam Tampungan, RTH) serta dengan kombinasi teknologi konservasi air yaitu dengan biopori, sumur resapan, peningkatan jumlah RTH serta kolam tampungan memperlihatkan nilai C menurun hampir di semua sub DAS |
| 2  | Model Penentuan Kawasan Resapan Air untuk Perencanaan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan (Mardi Wibowo, 2006) | Untuk mengetahui penentuan daerah resapan air ini adalah agar aliran dasar dalam tanah dapat optimal, tingkat peresapan ini tergantung pada curah hujan, tipe tanah dan                                                                                                                                                                                                                                                                         | Metode skoring dengan variable-variabel yang sudah ditentukan, Pemodelan QGIS (Quantum Geographic Information System)                 | Berdasarkan hasil penelitian maka akan diperoleh nilai total dari setiap tempat dalam suatu cekungan. Semakin besar nilai totalnya maka semakin besar potensinya untuk meresapkan air ke dalam tanah dengan kata lain semakin sesuai sebagai daerah                                                                                                                            |

| No | Judul Penelitian dan Peneliti                                                                                                                                                       | Tujuan penelitian                                                                                                                                                                         | Metode                                                                                               | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                     | batuan, kemiringan tanah, tipe penggunaan lahan dan vegetasi.                                                                                                                             |                                                                                                      | resapan air. Untuk mengklasifikasinya (membuat zonasi tingkat kesesuaian sebagai daerah resapan) perlu dibuat kelas-kelas berdasarkan nilai total yang ada di seluruh daerah penelitian                                                                                                                               |
| 3  | Analisis Willingness to Pay Jasa Lingkungan Air untuk Konservasi di Taman Wisata Alam Kerandangan Kabupaten Lombok Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat (Kurniasih Nur Afifah, 2013). | Untuk menganalisis pengelolaan air di TWA Kerandangan serta menganalisis kesediaan dan alasan masyarakat membayar dana konservasi air.                                                    | Metode Contingent Valuation Method (CVM)                                                             | Berdasarkan hasil penelitian didapatkan informasi kepada masyarakat mengenai pentingnya konservasi sumber daya air kemudian informasi untuk menjadi bahan pertimbangan pemerintah dan stakeholder dalam mengambil kebijakan serta memberikan rekomendasi prioritas pengelolaan jasa lingkungan air di TWA Kerandangan |
| 4  | Pengendalian Aliran Permukaan Akibat Perubahan Tata Guna Lahan dengan Konsep <i>Low Impact Development</i> (Hermono S. Budinetro, A. Karim Fatchan, M. Nur Sahid, 2012).            | Untuk memberikan suatu alternatif penanggulang akibat negatif perubahan tata guna lahan sehingga bisa memelihara karakteristik hidrologi daerah yang mengalami perubahan tata guna lahan. | Pendekatan <i>Low Impact Development</i>                                                             | Berdasarkan hasil penelitian didapatkan informasi tentang beberapa alternatif cara untuk menjaga kondisi karakteristik hidrologi prapembangunan yang mengalami perubahan tata guna lahan.                                                                                                                             |
| 5  | Analisis Pemanfaatan Ruang pada Kawasan Resapan Air di Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal Dua Kota Manado (Erlando                                                                   | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi persebaran kawasan resapan air yang ada di Kelurahan Ranomuut, dan mengkaji                                                               | Metode verlay (Tumpang susun) dengan software Sistem Informasi Geografi (SIG) dan skoring data untuk | Distribusi kelas kesesuaian kawasan resapan air di Kelurahan Ranomuut terdiri atas kurang sesuai, cukup sesuai, dan tidak sesuai. Dalam hal pemanfaatan ruang,                                                                                                                                                        |

| No | Judul Penelitian dan Peneliti                                                   | Tujuan penelitian                                                       | Metode                                   | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Everard Roland<br>Resubun, Raymond<br>Ch. Tarore, Esli D.<br>Takumansang, 2014) | pemanfaatan ruang pada<br>kawasan resapan air di<br>Kelurahan Ranomuut. | mengidentifikasi<br>kawasan resapan air. | ditemui adanya perubahan<br>penggunaan lahan yang terjadi<br>pada tahun 2000-2014 di<br>Kelurahan Ranomuut.<br>Perubahan yang terjadi adalah<br>peningkatan luasan<br>permukiman sebesar 80,69%,<br>dan pengurangan luasan<br>ladang-kebun sebesar 37,24%. |

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

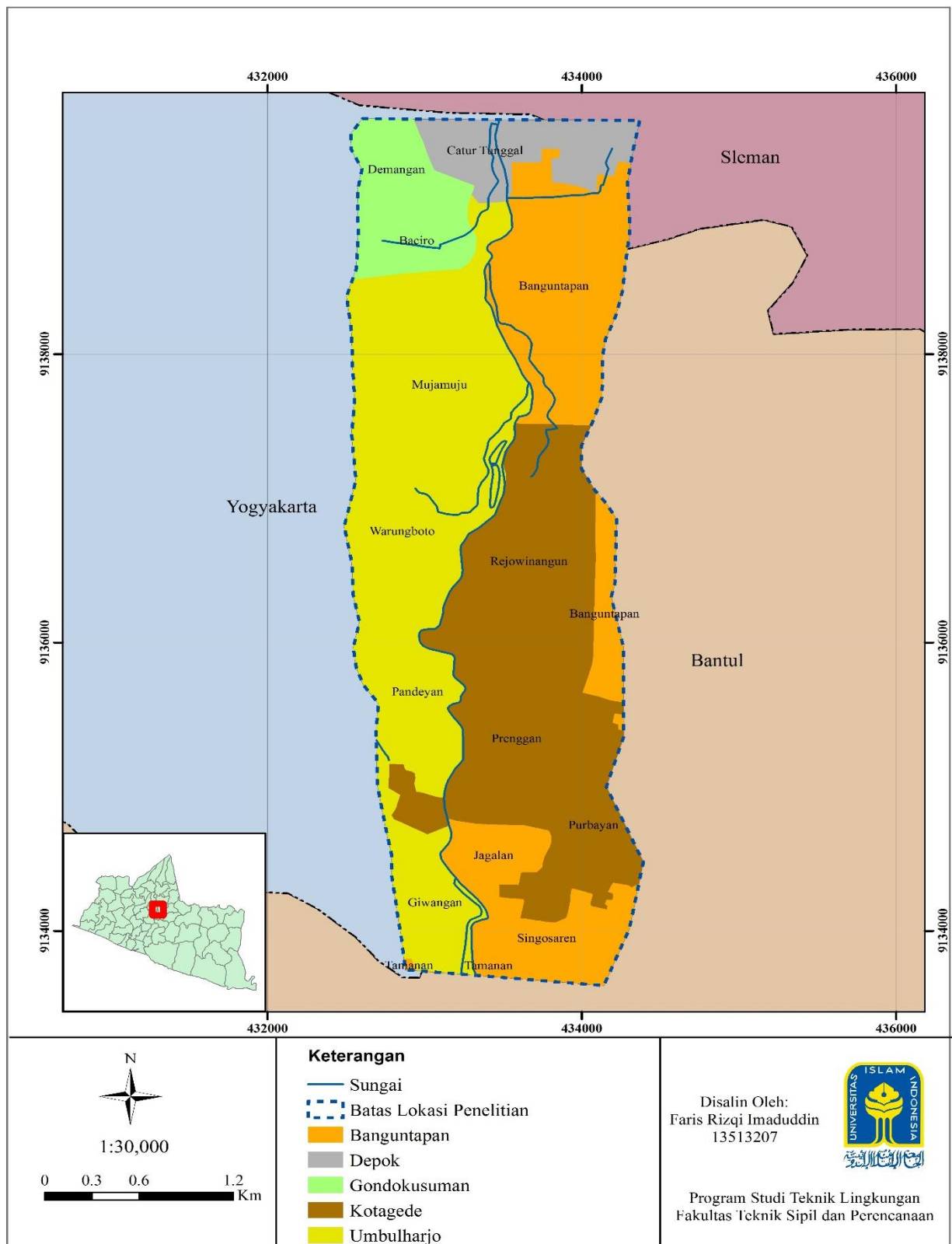
#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan pada lingkup batas Sub DAS Gajah Wong yang dipetakan dengan pertimbangan air limpasan saluran drainase. Lokasi penelitian mencakup tiga Kabupaten / Kota yang terdiri atas lima Kecamatan dan empat belas Kelurahan / Desa yang masuk Kawasan Perkotaan Yogyakarta (KPY). Adapun daerah yang termasuk KPY yang dilintasi oleh Sub DAS Gajah Wong yaitu:

1. Kabupaten Sleman: Desa Caturtunggal Kecamatan Depok.
2. Kabupaten Bantul: Desa Banguntapan, Jagalan, dan Singosaren.
3. Kota Yogyakarta: Desa Demangan, Baciro, Mujamuju, Warungboto, Pandeyan, Giwangan, Purbayan, Prenggan, dan Rejowinangun.

Adapun batas penelitian dibuat melalui beberapa pertimbangan, diantaranya :

1. Penentuan batas timur dan barat dilakukan dengan analisis arah aliran air dalam peta saluran drainase dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Yogyakarta sehingga didapatkan batas barat dan timur yang valid. Penentuan arah aliran tersebut juga ditentukan dengan mencari batas tertinggi permukaan lalu dibuat titik – titik yang kemudian titik tersebut digabungkan menjadi garis yang membatasi sesuai dengan nilai kelerengannya.
2. Batas utara dan selatan Sub DAS Gajah Wong ditentukan dengan studi literatur bahwa daerah penelitian mengacu pada Kawasan Perkotaan Yogyakarta (KPY) yang menjadi pusat dari aktivitas di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Menurut Perda Nomor 2 Tahun 2010 tentang RTRW Provinsi DIY, Kawasan perkotaan adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan, dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial dan kegiatan ekonomi.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian diartikan sebagai serangkaian kegiatan ilmiah untuk memperoleh data dengan tujuan tertentu. Penelitian dilakukan secara sistematis dan terukur sesuai dengan masalah dan fenomena yang terjadi pada daerah penelitian. Dalam melaksanakan penelitian aplikasi rekayasa lingkungan di bantaran Sungai Gajah Wong, secara umum dilakukan dengan proses pengumpulan data, analisis dan penarikan kesimpulan.

#### 3.2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebuah perangkat computer dengan spesifikasi Intel Core i7 RAM 16 GB. Adapun *software* (perangkat lunak) pendukung dalam penelitian ini yaitu aplikasi *Quantum Geographic Information System (QGIS)*, *ArcGIS*, *Integrated Land and Water Information System (ILWIS)*.), *Microsoft Word* dan *Microsoft Excel*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan citra Ikonos pada daerah penelitian tahun 2016 serta Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) digital.

#### 3.2.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data diartikan sebagai serangkaian kegiatan untuk mengumpulkan seluruh perangkat pendukung. Data yang diambil pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil dari pengamatan fisik langsung di lapangan dan pembagian kuesioner *Willingness to Pay* melalui wawancara dengan beberapa masyarakat. Sedangkan data sekunder adalah data yang mendukung data primer yang diambil dari buku-buku, lembaga-lembaga terkait.

##### 1. Data Primer

Data Primer merupakan data utama yang diambil pada penelitian yang dilakukan, meliputi:

##### a. Pengamatan (Observasi)

Pengamatan langsung di lapangan diperlukan untuk mengetahui kondisi eksisting konservasi air yang sudah dilakukan, bantaran sungai, debit sungai dan kondisi penggunaan lahan sekitar sungai secara langsung di masyarakat.

### **b. Kuesioner *Willingness to Pay***

Mencari data juga dilakukan dengan melakukan pembagian kuesioner kepada masyarakat sekitar sub DAS Gajah Wong pada wilayah perkotaan Yogyakarta guna mengetahui rekayasa lingkungan yang sesuai dengan kemampuan warga untuk dibangun di lingkungan mereka, mengetahui kondisi eksisting konservasi air yang sudah dilakukan, serta mengetahui kondisi lingkungan masyarakat apakah sering dilanda banjir atau tidak akibat dari kurangnya daerah resapan air dan konversi tata guna lahan.

Pemilihan responden dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan teknik *purposive sampling* yaitu memilih secara sengaja (dengan suatu kriteria tertentu) seorang individu untuk dijadikan sampel dengan pertimbangan bahwa responden adalah pelaku baik individu atau lembaga yang dianggap mengerti permasalahan yang terjadi dan mempunyai kemampuan dalam pembuatan kebijakan atau memberi masukan kepada para pengambil kebijakan. Menurut Palinkas et al (2013) bahwa metode ini melibatkan identifikasi dan pemilihan individu atau kelompok yang secara khusus mempunyai wawasan atau berpengalaman dengan objek penelitian yang dimaksud. Responden yaitu para *key person* atau pejabat setingkat RT/RW yang lokasi rumahnya berada didalam lingkup tingkat kerawanan banjir atau genangan yang sangat tinggi dan tinggi. Sampel yang dipilih berjumlah 30 responden hal ini berdasarkan pedoman penentuan jumlah sampel menurut Roscoe J. T. (1975) dalam Umi Sekaran (1992) bahwa sebaiknya pengambilan sampel berkisar antara 30 sampai dengan 500 responden. Penentuan sebaran lokasi sampel bisa dilihat pada lampiran 8.

## **2. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan kumpulan dokumen pendukung data primer. Pengumpulan data sekunder didapatkan dari studi pustaka dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber ilmiah dan instansi terkait, yaitu :

1. Studi pustaka baik dari buku, jurnal, artikel ilmiah, peraturan pemerintah maupun sumber terpercaya lain terkait lokasi penelitian, analisis

*willingness to pay*, konservasi air, tata cara penentuan daerah resapan air dan laporan peneliti – peneliti terdahulu.

2. Pengumpulan citra satelit / gambar udara daerah penelitian yaitu, citra berjenis Ikonos yang beresolusi sedang pada daerah penelitian untuk tahun 2016 yang bersumber dari *google map*.
3. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) digital skala 1:25.000 yang berisi batasan administrasi daerah penelitian tingkat desa, kecamatan dan kabupaten dalam format data geospasial vektor shapefile (.shp). Peta ini juga memiliki garis elevasi dengan skala 7,5 meter. Peta RBI ini didapat dari Badan Informasi Geospasial (BIG).
4. Data jenis tanah di wilayah Yogyakarta, Sleman dan Bantul yang didapat dari Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah masing-masing wilayah tersebut.
5. Data Jaringan Sungai Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak dan Jaringan Drainase Kawasan Perkotaan Yogyakarta.
6. Data jumlah penduduk dan luas daerah lokasi penelitian dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul dan Kota Yogyakarta dari tahun 2016.
7. Data Curah Hujan di Lokasi Penelitian yang didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul dan Kota Yogyakarta dari tahun 2006-2015, Meteorologi Lanud Adi Sucipto tahun 2012.

### **3.2.3 Metode Analisis Data**

Analisis data meliputi proses identifikasi kondisi konservasi air yang sudah dilakukan, proses penentuan upaya konservasi yang sesuai dengan kemampuan masyarakat hingga proses *layouting* peta penyebaran kesesuaian kawasan konservasi air di bantaran Sungai Gajah Wong.

Untuk mencapai tujuan penelitian, metode analisis data yang dipakai untuk menunjang penelitian ini adalah menggunakan metode kualitatif untuk mengidentifikasi kondisi konservasi air yang sudah upayakan masyarakat di sekitar

lokasi penelitian lalu untuk menentukan lokasi daerah konservasi air yang tepat digunakan metode *overlay* (tumpang susun) dan pembobotan AHP dengan *software* Sistem Informasi Geografi (SIG) yaitu ILWIS untuk mengidentifikasi kawasan resapan air sebagai dasar penentuan upaya konservasi air yang tepat sedangkan metode *willingness to pay* digunakan untuk mengetahui rekayasa lingkungan yang sesuai dengan kemampuan warga untuk dibangun di lingkungan mereka.

### **1. Analisis Kualitatif**

Menurut Bogdan dan Taylor (1984) mengemukakan bahwa metodologi kualitatif merupakan prosedur penelitian yang dapat menghasilkan data kualitatif yang berupa deskriptif, kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati. Melalui analisis kualitatif ini dilakukan pengolahan data primer yang didapat dari observasi lapangan mengenai konservasi air di lokasi penelitian untuk mengidentifikasi kondisi konservasi air atau rekayasa lingkungan yang sudah diterapkan untuk mengurangi debit limpasan di Kawasan Bantaran Sub DAS Gajahwong. Analisis yang dilakukan dengan cara wawancara terhadap para *key person* atau pejabat setingkat RT/RW yang berada di Sub DAS Gajahwong serta observasi lapangan. Peneliti akan mendeskripsikan hasil temuannya yang berasal dari data-data yang terkumpul melalui proses observasi dan wawancara yang telah dilakukan sebelumnya kemudian akan diperbandingkan dengan peraturan-peraturan atau standar yang telah ditetapkan.

Dalam menentukan upaya konservasi yang disesuaikan dengan keinginan masyarakat di lokasi penelitian digunakan kuesioner *willingness to pay*, kemudian data yang didapat dikorelasikan dengan estimasi biaya pembuatan konservasi air sehingga didapat penentuan keputusan konservasi air yang akan diterapkan di lokasi penelitian tersebut.

### **2. Analisis Citra**

Analisis citra meliputi proses pembuatan batas penelitian dan pemotongan citra, dirinci sebagai berikut:

1. Pembuatan batas penelitian Sub DAS Gajah Wong

Pembuatan batas penelitian dilakukan dengan bantuan perangkat lunak pendukung, yaitu ArcGIS. Peta RBI digital di poligonisasi sesuai dengan daerah penelitian.

## 2. Pemotongan Citra (*Clip*)

Pemotongan citra dilakukan dengan clip pada *tool* di QGIS untuk memotong citra tahun 2016 berformat raster sesuai dengan poligon daerah penelitian.

## 3. Pembuatan Kelas Penutup Lahan atau *Area of Interest*

Pembuatan kelas tutupan lahan diklasifikasikan menjadi tujuh macam tutupan lahan, yaitu badan air, bangunan gedung, pemukiman, lahan kosong, lahan bervegetasi, jalan beraspal dan kegiatan pertanian. Pemilihan tutupan lahan disesuaikan dengan kondisi daerah penelitian.

## 3. Penentuan Daerah Rawan Banjir

Penentuan daerah rawan banjir meliputi analisis hidrologi dan analisis debit banjir, sebagai berikut:

### a. Analisis Hidrologi

#### - Pengumpulan Data Curah Hujan Penelitian

Data curah hujan di kumpulkan selama 10 tahun kebelakang di daerah penelitian, yaitu dari tahun 2006-2015.

#### - Curah Hujan Rata-Rata Daerah Penelitian

Curah hujan rata-rata daerah penelitian dihitung dengan metode rerata aritmatik sebagaimana berikut:

$$P = \frac{P1 + P2 + P3 + . . . + Pn}{n}$$

#### - Curah Hujan Harian Maksimum

Dalam menghitung curah hujan harian maksimum, dapat dilakukan dengan 3 metode, yaitu Metode Gumbel, Metode Log Pearson III dan Metode Log Normal

- Metode Gumbel
- Menghitung besarnya nilai rata-rata curah hujan tahunan ( $\bar{X}$ ) dengan persamaan :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum (X)$$

- Metode Log Pearson III
- Mengubah curah hujan rata – rata ( $X_i$ ) ke dalam bentuk logaritma  
 $X_i = \log R$
- Menghitung nilai  $X$  rata – rata

$$X_{rata - rata} = \frac{\sum \log X_i}{n}$$

- Metode Log Normal
- Menghitung besarnya nilai rata-rata curah hujan tahunan ( $\bar{X}$ ) dengan persamaan:  $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum (X)$
- Menghitung besarnya selisih antara nilai curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan sebagaimana persamaan  $\bar{X} - \bar{X}$
- Menghitung besarnya nilai kuadrat dari selisih antara nilai curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan pada persamaan  $(\bar{X} - \bar{X})^2$
- Menghitung besarnya nilai standar deviasi (SD) rata-rata dengan persamaan

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

#### b. Analisis Debit Banjir

- Uji distribusi data curah hujan

Perhitungan Distribusi Hujan dilakukan menggunakan Metode *Hasper-Weduwen* dengan menggunakan curah hujan harian maksimum terpilih berdasarkan syarat distribusi hujan. Berikut adalah langkah-langkahnya:

- Menentukan curah hujan rencana yang akan dipilih berdasarkan syarat distribusi hujan sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Syarat Distribusi Hujan

| No. | Jenis Distribusi     | Syarat                                |                                        |
|-----|----------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| 1   | Gumbel               | $C_s \leq 1,1396$                     | $C_k \leq 5,4002$                      |
| 2   | Log Normal           | $C_s = 3C_v + C_v^2$ , $C_s = 0,8325$ | $C_k = 3$                              |
| 3   | Log Pearson Tipe III | $C_s \neq 0$                          | $C_k = 1,5 C_s + 3$ ,<br>$C_k = 3,873$ |

Sumber: Sri Harto, 1993

Persamaan  $C_s$  dapat dilihat pada persamaan (3.11) sedangkan  $C_k$

$$C_k = \frac{n^2 \Sigma (X_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(n-3)(SD)^4}$$

- Perhitungan waktu konsentrasi dengan metode *Kirpich*

$$tc = \left( \frac{0,87 \times Ld^2}{1000 \times Sd} \right)^{0,385}$$

- Perhitungan curah hujan perjam dengan metode *Mononobe*

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu.

Intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan metode *Mononobe*.

Persamaan Intensitas Hujan dengan metode ini dapat dinyatakan dengan :

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

- Perhitungan debit aliran genangan dengan metode rasional

Persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk:

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A$$

#### 4. Analisis Pemetaan Konservasi Air

Peta masing-masing parameter dibuat pada aplikasi *ArcGIS* kemudian data vektor yang dihasilkan dikonversi menjadi data raster dan diolah pada aplikasi *ILWIS*. Kemudian menggunakan metode pembobotan *Analytical Hierarchy*

*Process* (AHP) dengan lima parameter penting yaitu tata guna lahan, jenis tanah, kepadatan penduduk, debit banjir genangan dan kemiringan lereng tanah.

Pada parameter yang belum ada pembagian range kelas seperti parameter kepadatan penduduk dapat dilihat pada persamaan dibawah yang merupakan metode statistik *Stugerss*. Berikut rumus perhitungannya:

$$\frac{(\text{nilai maksimum parameter} - \text{nilai minimum parameter})}{\text{jumlah kelas}}$$

Adapun beberapa langkah yang dilakukan untuk menentukan bobot AHP yang akan digunakan untuk menentukan nilai eigen vector.

- 1) Menyusun matriks perbandingan berdasarkan jumlahnya sub parameter yang terdapat pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Matriks Perbandingan AHP

| Kriteria/ Alternatif | A1              | A2              | A3              | An              |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A1                   | 1               | A <sub>12</sub> | A <sub>13</sub> | A <sub>1n</sub> |
| A2                   | A <sub>21</sub> | 1               | A <sub>23</sub> | A <sub>2n</sub> |
| A3                   | A <sub>31</sub> | A <sub>32</sub> | 1               | A <sub>3n</sub> |
| An                   | A <sub>n1</sub> | A <sub>n2</sub> | A <sub>n3</sub> | 1               |
| Jumlah               | A1-n1           | A12-n2          | A13-n3          | A1n-nn          |

Sumber: Saaty, 1990

A sebagai parameter, dan urutan 1,2,3 hingga n merupakan sub / kelas parameter.

- 2) Uji konsistensi dilakukan dengan menyusun tingkat kepentingan relatif pada masing-masing parameter. Bobot relatif yang dinormalkan ini merupakan suatu bobot nilai relatif untuk masing-masing elemen pada setiap kolom yang dibandingkan dengan jumlah masing-masing elemen:

**Tabel 3.3** Bobot Relatif setiap Parameter

| Kriteria/ Alternatif | A1                  | A2                 | A3                 | An                 |
|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A1                   | $1/n-1$             | $A_{12}/A_{12-n2}$ | $A_{13}/A_{13-n3}$ | $A_{1n}/A_{1n-nn}$ |
| A2                   | $A_{21} / A_{1-n1}$ | $1/A_{12-n2}$      | $A_{23}/A_{13-n3}$ | $A_{2n}/A_{1n-nn}$ |
| A3                   | $A_{31}/A_{1-n1}$   | $A_{32}/A_{12-n2}$ | $1/A_{13-n3}$      | $A_{3n}/A_{1n-nn}$ |
| An                   | $A_{n1}/A_{1-n1}$   | $A_{n2}/A_{12-n2}$ | $A_{n3}/A_{13-n3}$ | $1/A_{1n-nn}$      |

Sumber: Saaty, 1990

- 3) Selanjutnya dapat dihitung *Eigenvector* hasil normalisasi dengan merata-ratakan penjumlahan tiap baris pada matriks di atas.
- 4) Selanjutnya tentukan nilai CI (*consistency Index*) dimana CI adalah indeks konsistensi dan Lambda maksimum adalah nilai eigen terbesar dari matriks berordo n. Nilai eigen terbesar adalah jumlah hasil kali perkalian jumlah kolom dengan eigen vektor utama.

Setelah memperoleh nilai *lambda* maksimum selanjutnya dapat ditentukan nilai CI. Apabila nilai CI bernilai nol (0) berarti matriks konsisten.

Tolak ukur yang digunakan adalah CI (*Consistency Index*) berbanding RI (Ratio Index) atau CR (*Consistency Ratio*). Ratio Indeks(RI) yang umum digunakan untuk setiap ordo matriks terdapat pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4** Bobot Relatif setiap Parameter

| n  | 1 | 2 | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Pengujian diukur dengan menggunakan Consistency Ratio (CR), yaitu nilai indeks, atau perbandingan antara CI dan RI:

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (3.23)$$

Jika nilai CI yang diperoleh lebih besar dari 0 ( $CI > 0$ ) selanjutnya diuji batas ketidak konsistenan (CR) . Nilai RI yang digunakan sesuai

dengan ordo  $n$  matriks. Apabila CR matriks lebih kecil 10% (0,1) berarti hasil konsisten.

Dalam penelitian ini metode AHP tidak digunakan untuk mencari alternatif terbaik dari lima parameter yang digunakan. AHP digunakan untuk menentukan bobot setiap parameter yang nantinya akan dimodelkan melalui aplikasi berbasis SIG, yaitu ILWIS.

### 5. Nilai Bobot & Skor Variabel Parameter Penciri Kawasan Resapan Air

Menurut Wibowo (2006) masing-masing parameter mempunyai pengaruh terhadap resapan air ke dalam tanah yang dibedakan dengan nilai bobot. Parameter yang mempunyai nilai bobot paling tinggi merupakan parameter yang paling menentukan kemampuan peresapan untuk menambah air tanah secara alamiah. Sebagai salah satu model pengkelasan dan pemberian skor dari tiap kelas parameter dijelaskan sebagai berikut:

**Tabel 3.5** Nilai Bobot Parameter Resapan Air

| No. | Parameter          | Bobot Nilai |
|-----|--------------------|-------------|
| 1   | Penggunaan Lahan   | 0.4335      |
| 2   | Curah Hujan        | 0.2312      |
| 3   | Kemiringan Lahan   | 0.1484      |
| 4   | Tekstur Tanah      | 0.1018      |
| 5   | Kepadatan Penduduk | 0.0851      |

Sumber: Hasil Olah Data, 2017

**Tabel 3.6** Skor Variabel/Parameter Penggunaan Lahan

| No. | Klasifikasi Spasial | Skor | Kategori      | Kriteria Spasial                                                                                                               |
|-----|---------------------|------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Pemukiman           | 5    | Sangat Tinggi | Daerah dengan tata guna lahan pemukiman memiliki kemampuan resapan air yang lebih rendah dibandingkan tata guna lahan vegetasi |
| 2   | Jalan               | 4    | Tinggi        |                                                                                                                                |
| 3   | Persawahan          | 3    | Sedang        |                                                                                                                                |
| 4   | Ladang-Kebun        | 2    | Rendah        |                                                                                                                                |
| 5   | Vegetasi            | 1    | Sangat Rendah |                                                                                                                                |

Sumber: Galis, 2017

**Tabel 3.7** Skor Variabel/Parameter Curah Hujan

| No. | Klasifikasi Spasial | Skor | Kategori      | Kriteria Spasial                                                                                                                                                            |
|-----|---------------------|------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | >3000 mm/thn        | 5    | Sangat Tinggi | Daerah dengan curah hujan yang tinggi (3000 mm/thn) akan memiliki potensi resapan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang curah hujannya rendah (<500 mm/thn) |
| 2   | 2000-3000 mm/thn    | 4    | Tinggi        |                                                                                                                                                                             |
| 3   | 1000-2000 mm/thn    | 3    | Sedang        |                                                                                                                                                                             |
| 4   | 500-1000 mm/thn     | 2    | Rendah        |                                                                                                                                                                             |
| 5   | <500 mm/thn         | 1    | Sangat Rendah |                                                                                                                                                                             |

Sumber: Permen PU No. 02/2013 tentang Pedoman Penyusunan Pengelolaan Sumber Daya Air (dengan modifikasi table).

**Tabel 3.8** Skor Variabel/Parameter Kemiringan Lahan

| No. | Klasifikasi Spasial | Skor | Kategori       | Kriteria Spasial                                                                                                                                  |
|-----|---------------------|------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | >15%                | 4    | Sedikit Curam  | Daerah dengan kemiringan lahan datar (<5%) akan memiliki potensi resapan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah kemiringan curam (>60%) |
| 2   | 7-15%               | 3    | Miring         |                                                                                                                                                   |
| 3   | 2-7%                | 2    | Sedikit Miring |                                                                                                                                                   |
| 4   | 0-2%                | 1    | Datar          |                                                                                                                                                   |

Sumber: Yosi, 2017

**Tabel 3.9** Skor Variabel/Parameter Tekstur Tanah

| No. | Klasifikasi Spasial    | Skor | Kategori      | Kriteria Spasial                                                                                                                                                                   |
|-----|------------------------|------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Pasir                  | 5    | Sangat Tinggi | Daerah dengan yang memiliki tekstur tanah berupa pasir akan memiliki kemampuan resapan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang memiliki tekstur tanah berupa lempung |
| 2   | Pasir Berlempung       | 4    | Tinggi        |                                                                                                                                                                                    |
| 3   | Lempung Berpasir       | 3    | Sedang        |                                                                                                                                                                                    |
| 4   | Lempung Berpasir Halus | 2    | Rendah        |                                                                                                                                                                                    |
| 5   | Lempung                | 1    | Sangat Rendah |                                                                                                                                                                                    |

Sumber: Permen PU No. 02/2013 tentang Pedoman Penyusunan Pengelolaan Sumber Daya Air (dengan modifikasi table).

Dasar penentuan lokasi konservasi air ini sendiri terletak pada besar penggunaan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, kepadatan penduduk dan jenis tanah. Kelimanya di *overlay* berdasarkan pembobotan AHP pada aplikasi ILWIS, untuk menghasilkan peta konservasi air.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung skor total yaitu :

**Skor total = (Bobot x Skor Penggunaan Lahan) + (Bobot x Skor Kemiringan Lereng) + (Bobot x Skor Curah Hujan) + (Bobot x Skor Tekstur Tanah)**

**Tabel 3.10** Skor Total Kelas Kesesuaian Kawasan Resapan Air

| No. | Kelas Kesesuaian Kawasan Resapan Air | Range Skor Total |
|-----|--------------------------------------|------------------|
| 1   | <i>Tidak Sesuai</i>                  | <0,4             |
| 2   | <i>Kurang Sesuai</i>                 | 0,4-0,65         |
| 3   | <i>Cukup Sesuai</i>                  | 0,65-0,8         |
| 4   | <i>Sangat Sesuai</i>                 | >0,8             |

Sumber: Hasil olah data, 2017

## 6. Penentuan Jumlah Lubang Resapan Biopori

Menurut Brata (2008) dalam Hafizh (2014) bahwa untuk menentukan jumlah lubang resapan biopori secara spesifik yang sesuai pada wilayah tertentu dengan luasan tertentu dan intensitas hujan yang jelas, dihitung dengan persamaan:

$$n = \frac{I \times L}{v}$$

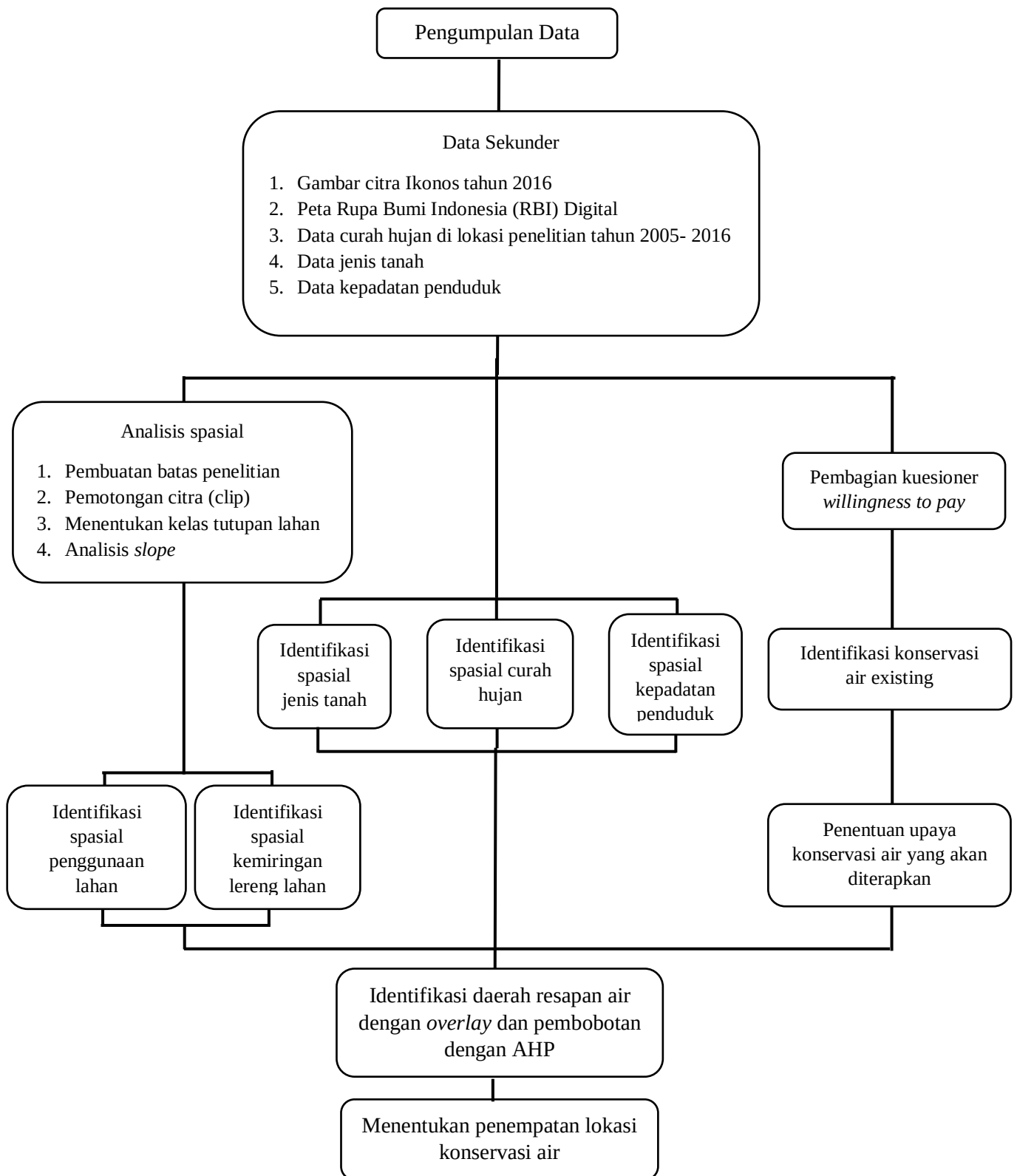
Keterangan:

n : Jumlah Lubang Resapan Biopori

I : Intensitas hujan terbesar dalam 10 tahun (mm/jam)

L : Luas bidang kedap air (m<sup>2</sup>)

v : Laju peresapan air rata-rata per lubang (liter /detik)



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Penelitian

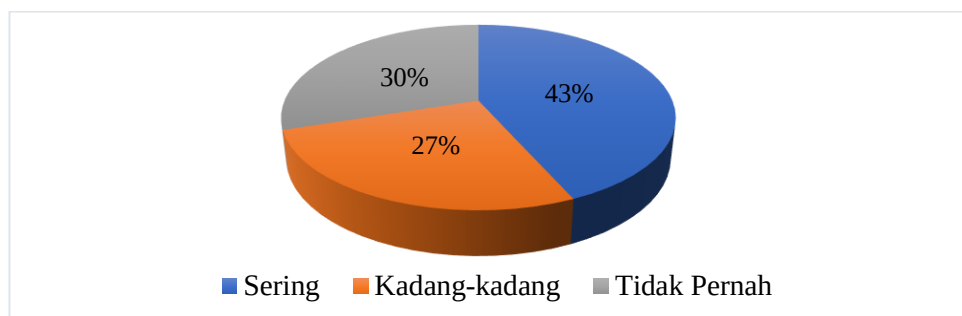
## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Kondisi Eksisting Konservasi Air**

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa di lapangan, lokasi penelitian yang merupakan kawasan perkotaan Yogyakarta (KPY) adalah zona transisi dimana zona ini dipengaruhi oleh keadaan kawasan hulu dan sekaligus dapat mempengaruhi kawasan hilir. Selain itu, kawasan perkotaan Yogyakarta termasuk kawasan bagian tengah yang merupakan kawasan dengan karakteristik permukiman kepadatan tinggi dan kawasan perkotaan. Kawasan ini juga merupakan kawasan yang memiliki berbagai aktifitas seperti: pendidikan, perdagangan dan jasa, perhotelan dan apartemen, serta perkantoran. Dengan kondisi perkembangan KPY yang semakin pesat dalam setiap tahunnya, terjadi perubahan yang signifikan pada penggunaan lahan permukiman, perdagangan dan jasa, sehingga terjadi alih fungsi, terutama terhadap lahan-lahan persawahan, perkebunan dan lahan kering.

Berdasarkan hasil survei ditemukan bahwa 43% responden menyatakan kondisi lingkungan sekitar mereka sering dilanda banjir, data dapat dilihat pada Gambar 4.1 Banjir atau genangan yang sering dialami berdurasi sekitar 10 menit hingga 1 jam terhitung dari selesainya hujan yang terjadi di lokasi tersebut.



Sumber: Hasil Olah Data, 2017

Gambar 4.1 Diagram Kejadian Banjir atau Genangan pada Lokasi Penelitian

Responden yang sering mengalami banjir atau genangan di lingkungan mereka dikarenakan kebanyakan lingkungan mereka tergolong wilayah yang tingkat kerawanan banjir atau genangannya sangat tinggi dan tinggi sehingga daerah ini harus diprioritaskan untuk diusahakan upaya pengurangan debit limpasan air hujan.

Menurut data yang ditemukan di lokasi penelitian didapat bahwa kebanyakan responden telah mengupayakan konservasi air berupa sumur resapan dan lubang biopori dikarenakan masyarakat sudah sadar bahwa lingkungan mereka termasuk daerah yang rawan terjadi banjir atau genangan ketika hujan turun. Tapi lubang biopori yang telah dibuat oleh para responden secara keseluruhan dirasa kurang efektif dan mulai ditinggalkan, data dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Konservasi Air Eksisting

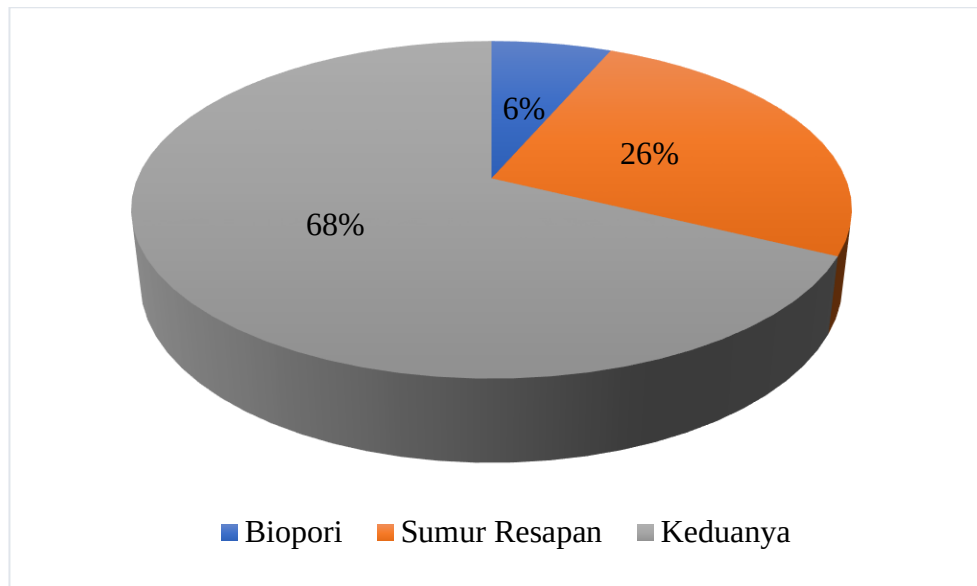
| Konservasi Air | Responden        |            |                  |            |
|----------------|------------------|------------|------------------|------------|
|                | Memiliki         |            | Tidak memiliki   |            |
|                | Frekuensi sampel | Prosentase | Frekuensi sampel | Prosentase |
| Lubang Biopori | 23               | 76,7%      | 7                | 23,3%      |
| Sumur Resapan  | 28               | 93,3%      | 2                | 6,7%       |
| Kolam Retensi  | 0                | 0%         | 0                | 0%         |

Sumber: Hasil olah data, 2017

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa 93,3% responden telah mengupayakan sumur resapan dan 76,7% telah mengupayakan lubang biopori, hanya 2 responden yang belum mengupayakan pembangunan sumur resapan tapi sebelumnya mereka telah mengupayakan lubang biopori di lingkungan mereka, ini dapat disimpulkan bahwa responden lebih memilih upaya konservasi air sumur resapan karena berdasar dari hasil wawancara bahwa lubang biopori yang telah lama mereka buat dirasa kurang efektif dalam mengurangi debit limpasan air hujan.

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa 68% responden telah mengupayakan konservasi air lubang biopori dan sumur resapan, 26% responden hanya

mengupayakan konservasi air sumur resapan saja, dan 6% responden yang hanya mengupayakan konservasi air lubang biopori.



Sumber: Hasil olah data, 2017

Gambar 4.2 Konservasi Air Exisiting di Lokasi Penelitian

Dari 23,3% responden yang memilih pembuatan konservasi air sumur resapan di lingkungan mereka menganggap bahwa sumur resapan dirasa jauh lebih efektif daripada pembuatan lubang resapan biopori dikarenakan daya serapan air hujannya lebih besar. Berdasarkan hasil wawancara, kebanyakan responden pernah melakukan upaya pembuatan lubang biopori tetapi efek pengurangan debit limpasan air hujan yang ditimbulkan masih kurang efektif apabila curah hujan tinggi, ditambah frekuensi perawatan lubang biopori yang tinggi dikarenakan pasir yang ikut terbawa limpasan air hujan mudah masuk ke dalam lubang dan menyebabkan cepatnya terjadi pendangkalan, seperti terlihat pada gambar 4.3 berikut.



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.3 Lubang Biopori di Kawasan Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta

Dari gambar diatas bisa dianalisis bahwa pendangkalan yang terjadi pada lubang biopori dikarenakan lubang inlet air hujan yang terlalu kecil dan struktur lubang biopori yang sulit untuk di buka-tutup sehingga dapat mempersulit proses perawatan sedangkan menurut Peraturan Menteri LH No. 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan bahwa konstruksi lubang biopori dibuat secara tegak lurus (vertikal) ke dalam tanah, dengan diameter 10 – 25 cm dan kedalaman sekitar 100 cm dibandingkan dengan realita di lapangan yang diameternya hanya sekitar 5 cm. Kondisi ini menjadi lebih buruk ketika masyarakat tidak peduli akan kotoran-kotoran atau sampah yang masuk kedalam lubang yang mana hal ini akan semakin mempercepat proses pendangkalan pada lubang. Oleh karena itu, pentingnya penggunaan kawat saringan atau yang sejenisnya merupakan upaya untuk mencegah masuknya kotoran atau sampah secara sengaja atau tidak disengaja. Berikut merupakan contoh temuan sampah yang masuk ke lubang biopori di salah satu lokasi penelitian terlihat pada gambar 4.3.



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.4 Lubang Biopori di Kawasan Baciro, Gondokusuman, Yogyakarta

Dari keseluruhan lubang biopori yang berhasil diidentifikasi peneliti di lapangan hanya ada beberapa yang hampir memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh pemerintah, seperti lubang biopori pada gambar 4.4 yang diupayakan warga Pandeyan, Umbulharjo dimana diameter lubang telah memenuhi syarat yaitu 15 cm dengan kedalaman 100 cm namun yang masih jadi perhatian belum adanya *screening* atau bagian yang dapat menyaring sampah-sampah yang berukuran besar agar tidak langsung masuk kedalam lubang seperti penggunaan kawat saringan atau bahan yang tahan air dan dapat menahan benda-benda atau sampah yang berukuran besar masuk ke dalam lubang seperti terlihat pada gambar 4.5. Warga sekitar hanya menggunakan saringan seadanya seperti bagian bawah pot tanaman yang notabene justru dapat menghambat air masuk kedalam lubang.



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.5 Lubang Biopori di Kawasan Pandeyan, Umbulharjo

Pada gambar 4.6 terlihat lubang biopori telah menggunakan pipa pada bagian dalam lubang, cara ini cukup efektif untuk menahan dinding pasir agar tidak runtuh kedalam yang dapat menyebabkan pendangkalan cepat terjadi, cara ini sangat dianjurkan untuk diterapkan pada kawasan dengan kondisi tanah berpasir yang notabene kebanyakan terdapat di lokasi penelitian.



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.6 Lubang Biopori di Kawasan Rejowinangun, Kotagede

Berdasarkan hasil pengamatan dan observasi di lapangan, secara keseluruhan di lokasi penelitian pembuatan sumur resapan yang telah diupayakan warga dengan bantuan dana dari pemerintah setempat telah memenuhi kriteria kedalaman sumur resapan menurut Peraturan Menteri LH No. 26 Tahun 2012 tentang Petunjuk Teknis Pemanfaatan Dana Alokasi Khusus Bidang Lingkungan Hidup bahwa kedalaman sumur resapan dangkal sekitar antara 2–10 meter diatas air tanah dangkal sedangkan untuk kriteria komponen bangunan menurut Permen LH No. 12 Tahun 2009 yang harus ada dalam pembangunan sumur resapan adalah adanya bak kontrol dengan saluran inlet yang mudah dilakukan perawatan, untuk kriteria komponen pembangunan hanya beberapa yang sudah memenuhi kriteria. Seperti di kawasan Gendeng, Bacirow, Yogyakarta terlihat pada gambar 4.7 pembuatan sumur resapan telah memenuhi kriteria konstruksi/desain, komponen pembangunan dan persyaratan lokasi.



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.7 Sumur Resapan di Kawasan Gendeng, Bacirow, Yogyakarta

Dari gambar diatas terlihat sumur resapan telah menggunakan bak kontrol yang berfungsi untuk menyaring air sebelum masuk sumur resapan agar pengendap sedimen dan kotoran-kotoran tidak langsung masuk kedalam sumur resapan

sehingga saat pemeliharaan pengguna tidak perlu membongkar cor-coran penutup sumur resapan untuk membersihkan dari endapan-endapan sedimen dan kotoran atau sampah, pengguna cukup membersihkan bak kontrol dengan membuka penutup besi yang mudah di buka-tutup.



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.8 Sumur Resapan di Kawasan Papringan, Catur Tunggal, Sleman

Dari gambar diatas terlihat sumur resapan yang tidak menggunakan bak kontrol, dengan konstruksi yang seperti itu endapan sedimen dan kotoran-kotoran akan langsung masuk kedalam sumur resapan yang akan menyebabkan cepatnya terjadi pendangkalan ditambah dengan konstruksi sumur resapan yang seperti itu akan menyulitkan pengguna saat pemeliharaan dikarenakan perlu membongkar beton yang telah dicor sebagai penutup sumur resapan tersebut.

Konstruksi yang serupa terdapat di wilayah Babadan, Plumbon, Banguntapan terlihat pada gambar 4.9 dimana sumur resapan tidak menggunakan bak kontrol sehingga limpasan air hujan langsung masuk kedalam sumur resapan tanpa adanya penyaringan terlebih dahulu. Masyarakat juga sudah mulai menyadari bahwa konstruksi yang benar adalah dengan menggunakan bak kontrol. Hal ini

dikarenakan kurangnya informasi dan pengetahuan akan kriteria sumur resapan yang sesuai dengan peraturan pemerintah ditambah *blueprint* dan sumber dana untuk pembangunan sumur resapan di kawasan tersebut sepenuhnya dari pemerintah sedangkan masyarakat hanya ikut andil dalam tenaga dan operasional selama pembangunan sumur resapan tersebut.



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.9 Sumur Resapan di Kawasan Babadan, Plumbon, Banguntapan

Dari hasil wawancara dan kuesioner di lokasi penelitian dapat disimpulkan bahwa upaya konservasi air yang telah dibangun warga yang kriteria komponen bangunan, lokasi pembuatan dan konstruksi/desainnya cenderung sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 26 Tahun 2012 kebanyakan terdapat di wilayah Kota Yogyakarta. Hasil rekap kondisi eksisting sumur resapan dan biopori yang berada di lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran 2. Contoh sumur resapan yang sesuai dengan kriteria komponen pembangunan, lokasi pembuatan dan desain bangunan dapat dilihat pada gambar 4.10., 4.11.



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.10 Bak Kontrol dan Sumur Resapan di Kawasan Warungboto, Umbulharjo, Yogyakarta



Sumber: Faris, 2017

Gambar 4.11 Bak Kontrol dan Sumur Resapan di Kawasan Prenggan, Kotagede, Yogyakarta

Hal ini dapat disebabkan dari berhasilnya program pemberian stimulan pembangunan Sumur Peresapan Air Hujan (SPAH) dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) DIY dimana kriteria SPAH yang dibuat seragam menyesuaikan dengan kriteria yang telah ditetapkan oleh Kementrian Lingkungan Hidup. Menurut Laporan Tahunan Pelaksanaan Program/Kegiatan Badan Lingkungan Hidup DIY (2013) bahwa Pembangunan Sumur Peresapan Air Hujan pada tahun 2013 sejumlah 350 (tiga ratus lima puluh) unit. Pembangunan SPAH pada tahun 2013 dilaksanakan dengan swakelola oleh masyarakat penerima bantuan. Dengan sistem ini, BLH DIY memberikan bantuan kepada kelompok masyarakat penerima SPAH berupa material SPAH dan uang harian non PNS (upah mandor, upah tukang dan upah pekerja).

Di beberapa wilayah di kota Yogyakarta telah melakukan perubahan sistem drainase yang mulanya konvensional menjadi sistem drainase dengan memperhatikan konservasi air tanah atau biasa disebut drainase yang berwawasan lingkungan (*ecodrainage*). Menurut Buku Putih Sanitasi Kab. Bulukumba tahun 2013 bahwa konsep limpasan air hujan yang tadinya diusahakan secepat-cepatnya dialirkan ke dalam badan air terdekat diubah menjadi konsep limpasan air hujan yang ditampung atau diresapkan terlebih dahulu. Dengan konsep ini air hujan yang turun diusahakan atau semaksimal mungkin diresapkan kedalam tanah atau ditampung untuk dimanfaatkan, sedangkan kelebihanannya baru dialirkan melalui saluran air hujan. Contoh sistem *ecodrainase* yang telah diterapkan di wilayah penelitian seperti di wilayah Sapen, Desa Demangan, Gondokusuman seperti pada gambar 4.12 berikut.



Sumber: Faris, 2017

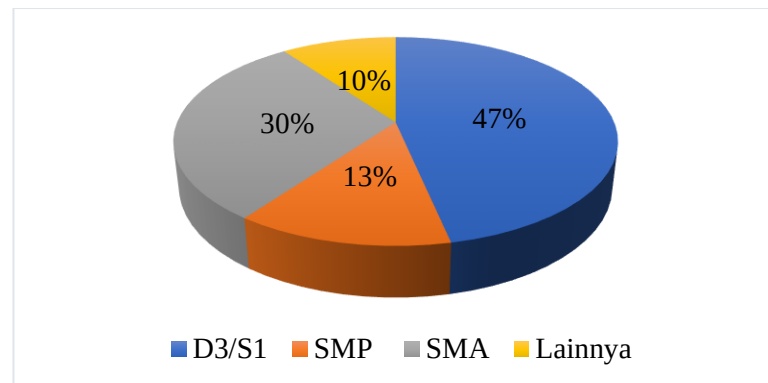
Gambar 4.12 Konsep drainase yang berwawasan lingkungan (foto kanan) dan Inlet *ecodrainage* (foto kiri)

#### 4.2 Hasil Analisa Parameter Sosial Ekonomi

Dalam menentukan upaya rekayasa lingkungan yang tepat seharusnya mempertimbangkan kemampuan masyarakat dalam mengusahakan upaya tersebut dan ketersediaan masyarakat dalam mengimplementasikannya, dalam hal ini dapat ditentukan melalui analisis WTP. Pemilihan kriteria persyaratan sosial-ekonomi yang paling relevan tidak hanya baik untuk wawasan pada situasi lokal dan para *stakeholder* tapi juga akses data pada biaya dan keuntungan serta pengetahuan terhadap efek ekonomi secara tidak langsung dan parameter sosial seperti ketersediaan pekerja, tingkat pendidikan, hak tanah dan air, dan resiko banjir. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Adham A. et al. (2015) bahwa dari berbagai literature yang telah di *review* mengindikasikan bahwa kurangnya pengetahuan terhadap sosial-ekonomi merupakan salah satu alasan fungsi dari RWH gagal berjalan dengan baik pada wilayah gersang dan *semi gersang*.

### a. Tingkat Pendidikan

Berdasarkan hasil survei di lokasi penelitian didapat tingkat pendidikan terakhir para responden didominasi tamatan Strata Satu (S1) sebanyak 47% dan SMA dengan presentase sebanyak 30% dari total responden yang diteliti.



Sumber: Hasil Olah Data, 2017

Gambar 4.13 Diagram Tingkat Pendidikan Responden

Tingkat pendidikan responden dapat mempengaruhi pengembangan upaya konservasi air apa yang harus dibuat di lingkungan mereka. Variabel tersebut dapat menjadi faktor pengambilan keputusan akan upaya konservasi air yang tepat dan efektif diterapkan di wilayah mereka karena mereka telah mengetahui dan merasakan sendiri hasil dari metode konservasi-konservasi air yang telah mereka bangun sebelumnya.

### b. Profil Ekonomi

Berdasarkan hasil survei di lokasi penelitian didapat rentang penghasilan per bulan didominasi pada nilai Rp. 500.001 – Rp. 2.000.000 sebanyak 36,7% dan Rp.2.000.001-Rp.3.500.000 dengan prosentase 33,3% yang mana ini menunjukkan tingkat ekonomi responden yang rata-rata berada diatas garis kemiskinan.

**Tabel 4.2** Profil Ekonomi Responden

| Penghasilan/Bulan                      | Frekuensi Sampel | Prosentase |
|----------------------------------------|------------------|------------|
| <b><math>\leq</math> Rp. 500.000</b>   | 1                | 3,3%       |
| <b>Rp. 500.001 – Rp. 2.000.000</b>     | 11               | 36,7%      |
| <b>Rp. 2.000.001 – Rp. 3.500.000</b>   | 10               | 33,3%      |
| <b>Rp. 3.500.001 – Rp. 5.000.000</b>   | 6                | 20,0%      |
| <b><math>\geq</math> Rp. 5.000.001</b> | 2                | 6,7%       |

Sumber: Hasil olah data, 2017

Tingkat penghasilan responden dapat menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi dalam pengambilan keputusan akan besaran harga yang akan disisihkan untuk pembuatan skenario penambahan konservasi air di lingkungan mereka.

Dari total responden yang di wawancarai, sebesar 83,3% responden mempunyai persepsi bahwa air hujan yang turun dilingkungan mereka sebaiknya diresapkan ke dalam tanah, dapat dilihat pada tabel 4.3 Banyak responden yang telah mempunyai *mindset* bahwa air hujan lebih baik diresapkan kedalam tanah sebagai cadangan air sumur mereka sehingga saat musim panas mereka tidak kekurangan air. Persepsi mengenai perlakuan air hujan banyak dipengaruhi oleh tingkat pendidikan dan pengalaman warga selama hidup di lingkungan mereka. 10% responden masih berpikiran bahwa air hujan itu harus segera dibuang begitu saja dikarenakan di lingkungan mereka air hujan dianggap sebagai pembawa bencana karena seringkali terjadi banjir saat hujan deras tiba, sedangkan 6,7% responden masih menganggap bahwa air hujan tidak mempengaruhi kondisi lingkungan mereka sehingga mereka berpandangan untuk mengabaikannya saja.

**Tabel 4.3** Persepsi responden terhadap air hujan

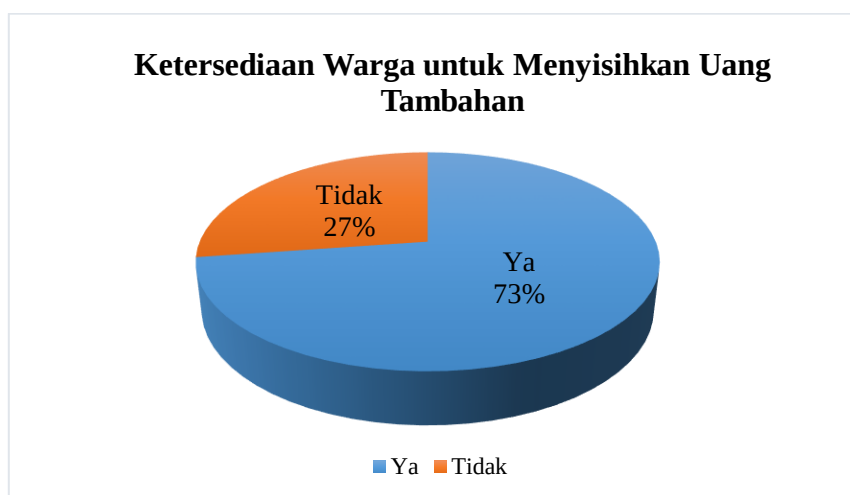
| Persepsi                      | Responden        |            |
|-------------------------------|------------------|------------|
|                               | Frekuensi sampel | Prosentase |
| Menyerapkannya ke dalam tanah | 25               | 83,3%      |
| Membuangnya begitu saja       | 3                | 10%        |
| Mengabaikannya                | 2                | 6,7%       |

Sumber: Hasil olah data, 2017

Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan di lokasi penelitian, ditemukan bahwa keseluruhan responden telah melakukan upaya konservasi air. Hal ini terlihat dari hasil kuesioner dan wawancara yang peneliti lakukan bahwa dari 30 responden yang diwawancarai hanya satu responden yang memiliki persepsi bahwa konservasi air itu tidak penting untuk dilakukan di lingkungan mereka. Hal ini dikarenakan responden telah merasakan pentingnya penyerapan air hujan di lingkungan mereka, selain dapat mengurangi debit limpasan air hujan konservasi air juga dapat sebagai upaya untuk melestarikan cadangan air tanah yang notabene masyarakat masih menggantungkan sumber air bersih dari cadangan air tanah. Persepsi mengenai pentingnya konservasi air ini dimungkinkan ada hubungan yang relatif signifikan dengan pengalaman responden saat sebelum dan sesudah upaya konservasi air diterapkan di lingkungan mereka serta kemudahan untuk mendapat informasi.

Dalam menentukan upaya konservasi lingkungan yang akan diskenariokan, peneliti menggunakan kuesioner *willingness to pay* dimana kuesioner tersebut bertujuan untuk mengetahui besaran nilai ketersediaan warga dalam menyisihkan uangnya untuk pembuatan konservasi air di lingkungan mereka. Berdasarkan hasil kuesioner didapat bahwa 77% responden bersedia menyisihkan uang tambahan untuk pengupayaan konservasi air di lingkungan mereka dan hanya 23% yang tidak bersedia menyisihkan uang tambahan, salah satu alasan dari para responden tidak

ingin menyisihkan uang tambahan untuk pembangunan konservasi air dikarenakan untuk pembangunan fasilitas umum di lingkungan mereka seharusnya merupakan tanggung jawab dari pemerintah bukan tanggungjawab dari masyarakat, data bisa dilihat pada gambar 4.13 berikut.



Sumber: Hasil olah data, 2017

Gambar 4.13 Prosentase Ketersediaan Warga untuk Menyisihkan Uang Tambahan

Berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara dari 77% responden yang ingin menyisihkan uangnya didapat 56,5% responden yang menghendaki untuk menyisihkan uangnya sebesar Rp. 1 – Rp. 250.000, 17,4% menyisihkan uang sebesar Rp. 250.001 – Rp. 500.000, 21,7% responden menghendaki untuk menyisihkan uang sebesar Rp. 500.001 – Rp. 750.000 bisa dilihat pada tabel 4.4. Disisi lain, terdapat 4,3% responden yang ingin menyisihkan uangnya dengan mengisi nominalnya sendiri (lainnya) yaitu sebesar 30% dari biaya pembangunan di lingkungan mereka. 23% dari total responden tidak ingin menyisihkan uang tambahan untuk pengupayaan konservasi air di lingkungan mereka dikarenakan beberapa dari mereka ada yang merasa tidak perlu penambahan konservasi air lagi karena dirasa sudah cukup untuk mengurangi debit limpasan air hujan di lingkungan mereka dan ada yang merasa bahwa pengadaan konservasi air di lingkungan mereka itu adalah tanggung jawab pemerintah sehingga dana yang harus dikeluarkan merupakan tanggung jawab pemerintah juga.

**Tabel 4.4** Harga Kisaran WTP

| Harga yang ingin dibayarkan | Jumlah Responden | Prosentase |
|-----------------------------|------------------|------------|
| Rp. 1 – Rp. 250.000         | 13               | 56,5%      |
| Rp. 250.001 – Rp. 500.000   | 4                | 17,4%      |
| Rp. 500.001 – Rp. 750.000   | 5                | 21,7%      |
| Lainnya                     | 1                | 4,3%       |

Sumber: Hasil olah data, 2017

Upaya konservasi air yang akan diskenariokan adalah pembuatan lubang biopori dan sumur resapan, konservasi air tersebut dipilih dikarenakan melihat kondisi wilayah penelitian dengan kepadatan bangunan yang tinggi serta konversi lahan yang semakin masif sehingga lahan-lahan kosong semakin jarang, kondisi eksisting tersebut menjadi dasar peneliti untuk menentukan pilihan konsevasi air lubang biopori atau sumur resapan karena itu yang memungkinkan untuk diterapkan di lokasi penelitian tersebut. Biaya pembuatan konservasi air merupakan faktor ekonomi utama dalam penentuan upaya konservasi air yang akan diskenariokan dalam penelitian ini. Berikut estimasi biaya pembuatan lubang biopori dan sumur resapan, *bill of quantity* yang tercantum sudah disesuaikan dengan kriteria pembangunan yang ditetapkan oleh Permen LH dan Petunjuk Teknis tentang tata cara perencanaan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan dan harga yang dicantumkan pada pada tabel 4.5 dan 4.6 sudah disesuaikan dengan harga terbaru yang ada di pasaran.

**Tabel 4.5** Estimasi Biaya Pembuatan Lubang Biopori

| Komponen | Volume | Unit             | Harga per Unit | Total Harga |
|----------|--------|------------------|----------------|-------------|
| Pipa     | 1      | 4 m              | Rp. 131.340    | Rp. 32.385  |
| Semen    | 0,5    | 50 kg            | Rp. 61.000     | Rp. 610     |
| Kawat    | 0,1    | 1 m <sup>2</sup> | Rp. 50.000     | Rp. 5.000   |
| Bor      | 1      | 1 buah           | Rp. 175.000    | Rp. 175.000 |
| Total    |        |                  |                | Rp. 212.995 |

**Tabel 4.6** Estimasi Biaya Pembuatan Sumur Resapan

| Komponen         | Volume | Unit           | Harga per Unit | Total Harga   |
|------------------|--------|----------------|----------------|---------------|
| Pipa             | 3      | 4 m            | Rp. 154.550    | Rp. 676.645   |
| Pekerjaan Batako | 9,2    | m <sup>2</sup> | Rp. 49.550     | Rp. 455.860   |
| Pekerjaan Beton  | 0,145  | m <sup>3</sup> | Rp. 4.750.000  | Rp. 689.475   |
| Kerikil          | 0,5    | m <sup>3</sup> | Rp. 172.000    | Rp. 86.000    |
| Pekerjaan Tanah  | 8,26   | m <sup>3</sup> | Rp. 55.500     | Rp. 458.430   |
| Total            |        |                |                | Rp. 2.366.410 |

Dari estimasi biaya pembuatan lubang biopori dan sumur resapan diatas dan dikorelasikan dengan nilai *willingness to pay* masyarakat di lokasi penelitian dapat disimpulkan bahwa upaya konservasi air yang memungkinkan untuk dibangun di lokasi penelitian dengan biaya dari swadaya masyarakat sendiri adalah upaya konservasi air dengan lubang biopori. Jika hal ini dibandingkan dengan persepsi masyarakat yang menganggap bahwa lubang biopori dirasa tidak efektif untuk pengurangan debit limpasan air hujan maka yang perlu dievaluasi adalah kriteria pembangunan lubang biopori tersebut karena menurut hasil survei di lokasi penelitian bahwa lubang biopori yang hampir memenuhi kriteria pembangunan yang sesuai dengan Peraturan Menteri LH No. 12 Tahun 2009 hanya ditemukan 2 dari 30 responden yang telah disurvei. Dalam segi keefektifitasan penyerapan dapat dilihat dari penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Hafizh dan Terunajaya

(2014) bahwa lubang resapan biopori terbukti efektif mereduksi debit banjir atau genangan sebesar 17,46 % dari total debit banjir atau genangan di kawasan perumahan dengan nilai laju infiltrasi ( $f_c$ ) rata-rata lubang resapan biopori sebesar 95,20 cm/jam.

### 4.3 Analisis Kawasan Resapan Air

Menurut Wibowo (2006) bahwa untuk menentukan daerah resapan air sebaiknya dibuat panduan yang sederhana dengan kriteria-kriteria yang mudah dipahami serta dapat diolah atau dilaksanakan dengan manual maupun dengan komputer (dengan teknologi SIG). Salah satu ciri GIS sebagai analisis spasial membuatnya efektif untuk digunakan di berbagai wilayah yang berbeda dan data yang sedikit, aplikasi GIS termasuk hemat dan cepat perbandingan dengan metode-metode yang lain tetapi analisis GIS harus didahului dengan survei lapangan sebelum di implementasikan secara actual untuk memverifikasi lokasi *rain water harvesting* yang sesuai (Adham A. et al., 2016)

Berdasarkan Permen PU No. 2 Tahun 2013 tentang pedoman penyusunan rencana pengelolaan sumber daya air bahwa tujuan utama dari penentuan daerah resapan air ini adalah agar aliran dasar dalam tanah dapat optimal, tingkat peresapan ini tergantung pada curah hujan, jenis atau tipe tanah, kemiringan tanah, tipe penggunaan lahan dan vegetasi. Peta tata guna lahan, peta jenis tanah, peta potensi curah hujan, peta arah aliran air hujan, peta *permeabilitas*, dan peta meiringan lereng digunakan untuk mengidentifikasi lokasi yang cocok untuk daerah resapan air hujan dengan *overlaying* (Jasrotia A.S et al. (2009) dalam Abdulla Umar Naseef T. dan Reebe Thomas (2015).

#### 4.3.1 Penggunaan Lahan

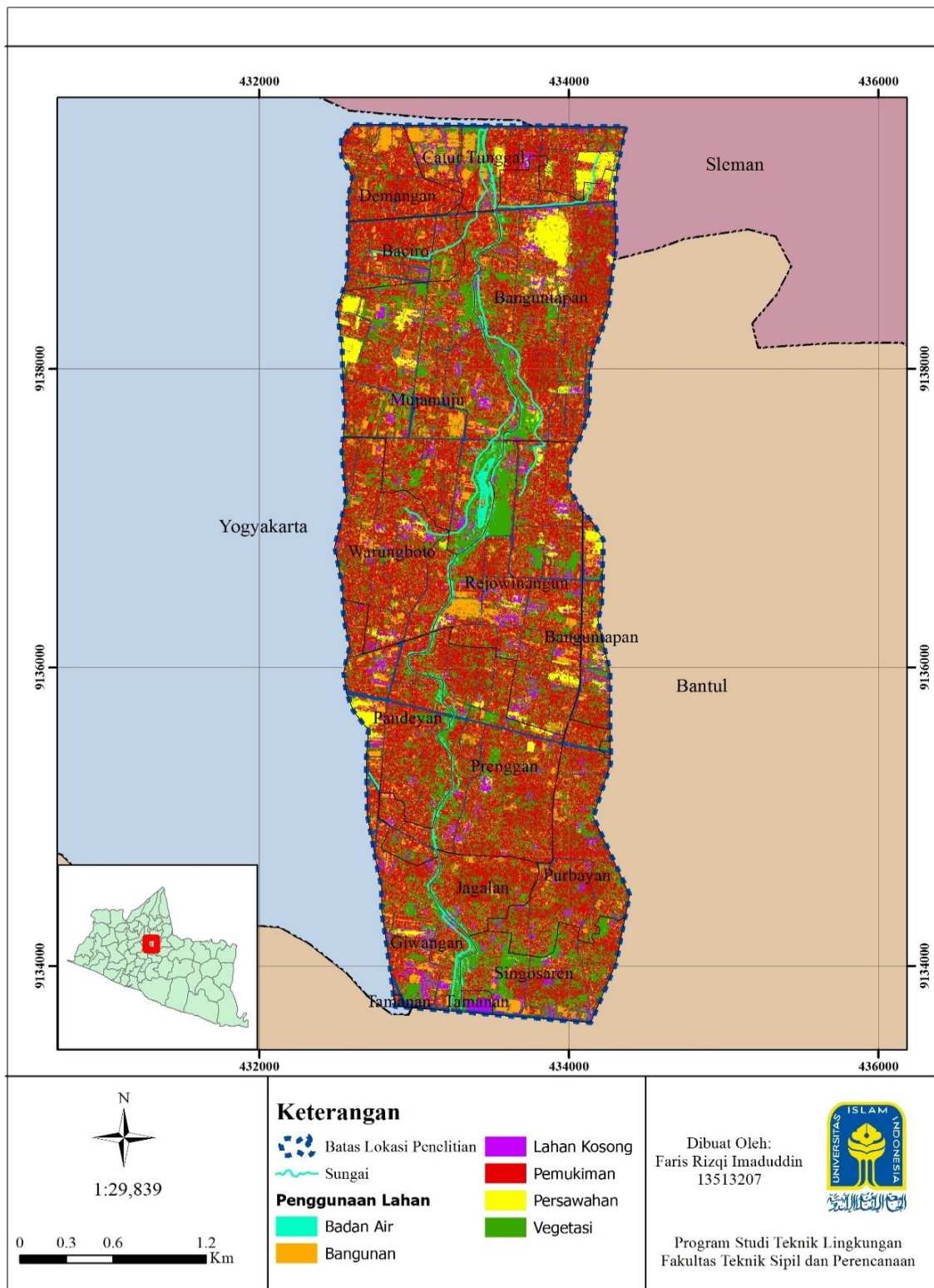
Konversi lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun sudah semakin masif terjadi seperti penelitian yang dilakukan oleh Galis (2017) bahwa menurut analisis perubahan tata guna lahan tahun 2016 terjadi penurunan persentase lahan kosong sebesar 17,21% terhitung dari tahun 2008. Hal itu diiringi dengan kenaikan yang

signifikan pada kelas bangunan dan pemukiman, dengan masing – masing sebesar 7,46% sebesar 7,74%. Perubahan penggunaan lahan yang beralih ke permukaan yang kedap air menyebabkan air hujan yang jatuh tidak langsung terinfiltrasi ke dalam tanah. Hujan akan langsung menjadi aliran permukaan yang dapat menambah potensi terjadinya banjir atau genangan. Oleh karena itu, parameter penggunaan lahan merupakan aspek yang paling penting untuk kemampuan meresapkan air ke dalam tanah. Seperti yang dikemukakan oleh Tarsoen (2008) dalam Resubun dkk. (2014) bahwa penggunaan lahan sangat mempengaruhi kemampuan meresapkan air ke dalam tanah, contohnya adalah kemampuan daerah dengan vegetasi yang banyak menjadikan kondisi lapisan atas tanah (*top soil*) yang kaya dengan bahan organik dan humus dimana hal itu sangat efektif dalam meresapkan air ke dalam tanah sehingga daerah dengan vegetasi yang tinggi tidak diprioritaskan untuk pengupayaan konservasi air.

**Tabel 4.7** Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian

| <b>No.</b> | <b>Jenis Penggunaan Lahan</b> | <b>Luas Daerah<br/>(Km<sup>2</sup>)</b> | <b>Prosentase<br/>Luasan<br/>(%)</b> |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| 1          | Pemukiman                     | 4,336                                   | 45,32                                |
| 2          | Jalan                         | 0,424                                   | 4,435                                |
| 3          | Persawahan                    | 0,362                                   | 3,785                                |
| 4          | Ladang-Kebun                  | 0,372                                   | 3,887                                |
| 5          | Vegetasi                      | 2,8                                     | 29,27                                |

Sumber: Asmara, 2017



Sumber: Asmara, 2017

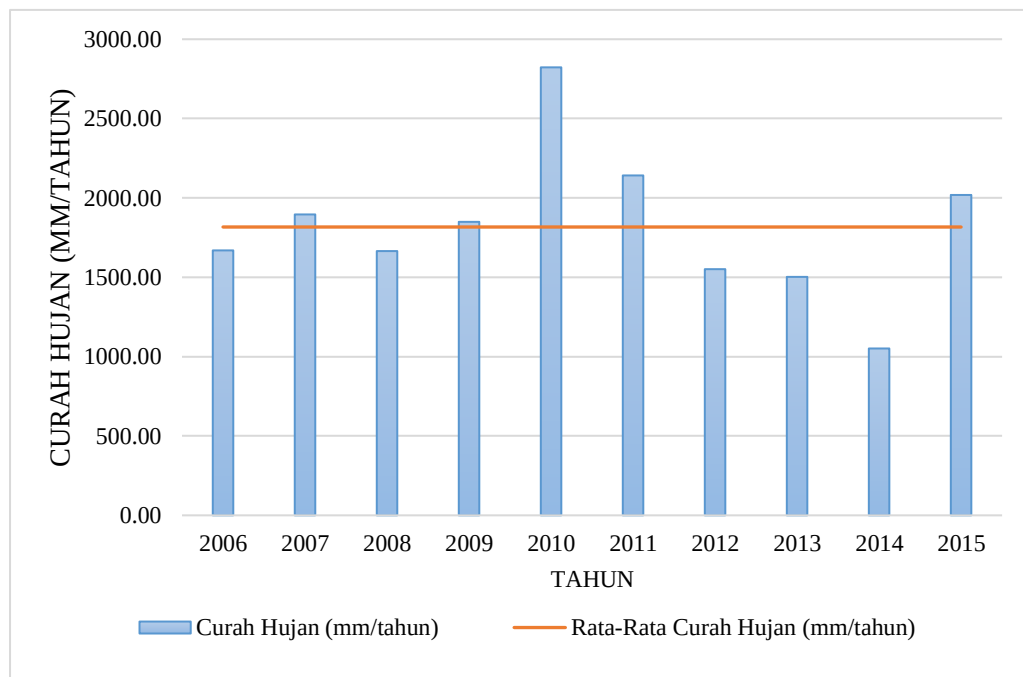
Gambar 4.14 Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil pengolahan citra melalui aplikasi QGIS didapat bahwa penggunaan lahan di lokasi penelitian didominasi oleh pemukiman dengan mencapai prosentase 45,32%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa konversi tata guna lahan pada lokasi penelitian menjadi lahan dengan permukaan yang kedap air sudah semakin masif. Oleh karena itu, adanya upaya pengembalian koefisien aliran permukaan dengan penerapan konservasi air merupakan suatu hal yang sangat wajib diterapkan di kawasan tersebut

#### **4.3.2 Curah Hujan**

Curah hujan merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh pada keadaan hidrologi yang berpengaruh pada debit aliran permukaan yang jatuh pada daerah penelitian. Parameter ini memiliki peranan yang penting dalam mengidentifikasi kawasan resapan air dan menentukan daerah mana yang perlu didahulukan untuk penerapan konservasi air karena debit air hujan yang turun pada wilayah tersebut merupakan air yang akan diresapkan kedalam tanah.

Berdasarkan hasil penelitian Yosi (2017) yang dilakukan di lokasi penelitian bahwa curah hujan maksimum terjadi pada tahun 2010 yaitu sebesar 2822,87 mm/tahun sedangkan curah hujan minimum terjadi pada tahun 2014 yaitu hanya sebesar 1051,44 mm/tahun. Rata-rata curah hujan yang terjadi dalam rentang waktu 10 tahun tersebut sebesar 1816,86 mm/tahun. Pada gambar 4.15 menunjukkan curah hujan lokasi penelitian per tahunnya pada tahun 2006-2015.



Sumber: Pertiwi, 2017

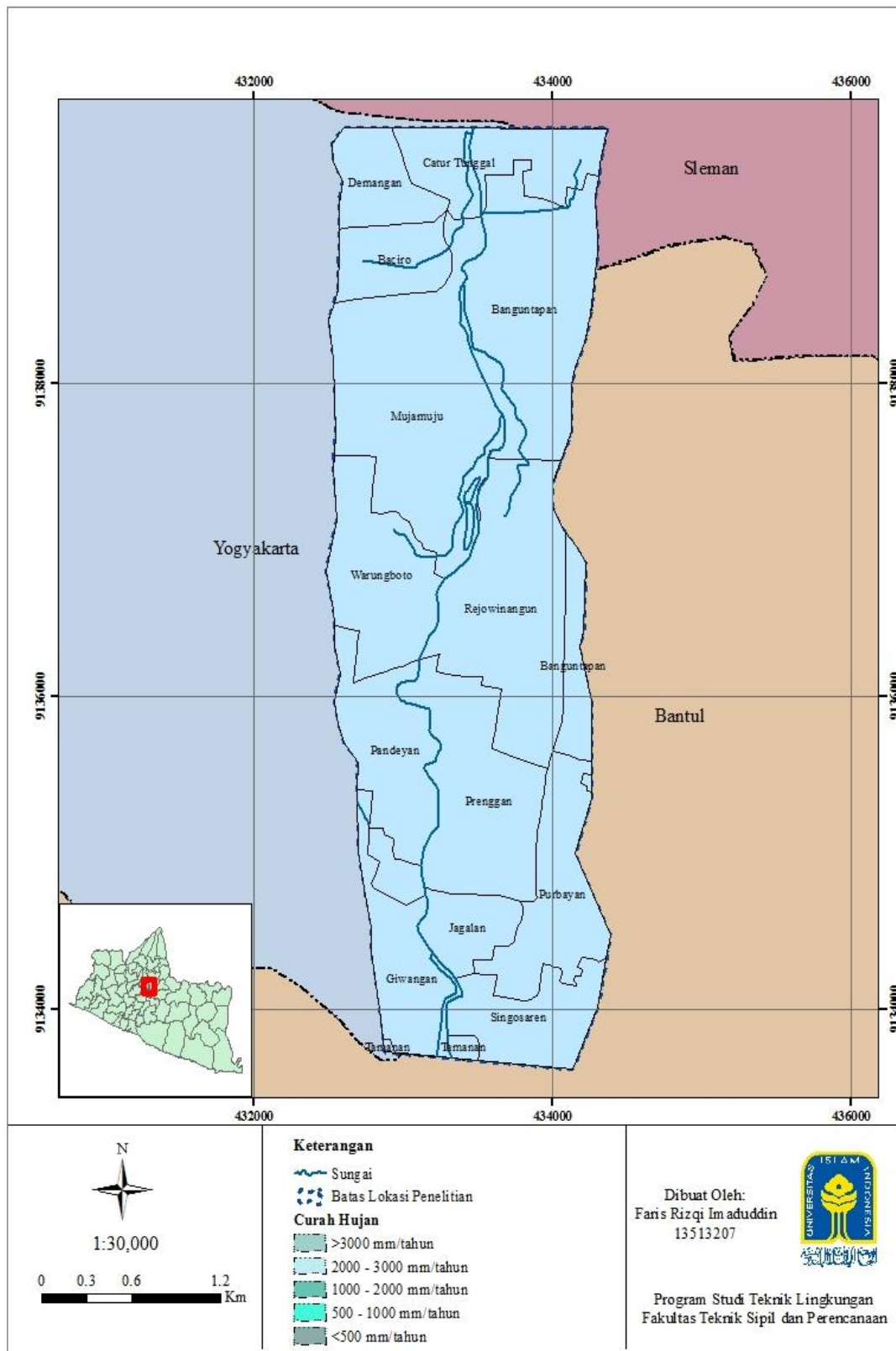
Gambar 4.15 Grafik Curah Hujan di Lokasi Penelitian Tahun 2006 – 2015

Rerata curah hujan dari hasil olah data diatas merupakan curah hujan keseluruhan di lokasi penelitian, pada tahun 2015 sendiri terhitung sebesar 2050 mm/tahun angka ini termasuk tinggi jika dibandingkan dengan rerata curah hujan kumulatif Indonesia yang menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (2016) berkisar antara 1001 mm – 1500 mm dan 1501 mm – 2000 mm.

**Tabel 4.8** Angka Curah Hujan di Lokasi Penelitian

| <b>No.</b> | <b>Curah Hujan<br/>(mm/tahun)</b> | <b>Luas Daerah<br/>(Km<sup>2</sup>)</b> | <b>Prosentase<br/>Luasan<br/>(%)</b> |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| 1          | >3.000 mm/thn                     | 0                                       | 0                                    |
| 2          | 2.000-3.000 mm/thn                | 9,56                                    | 100                                  |
| 3          | 1.000-2.000 mm/thn                | 0                                       | 0                                    |
| 4          | 500-1.000 mm/thn                  | 0                                       | 0                                    |
| 5          | <500 mm/thn                       | 0                                       | 0                                    |

Sumber: Yosi, 2017



Gambar 4.16 Sebaran Curah Hujan di Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil pengolahan citra melalui aplikasi QGIS didapat bahwa curah hujan di lokasi penelitian didominasi oleh nilai rerata curah hujan 2.000 – 3.000 mm/tahun mencapai prosentase 100%. Hal ini menunjukkan bahwa diseluruh daerah lokasi penelitian memiliki prioritas yang sama dalam penentuan upaya konservasi air

#### 4.3.3 Kemiringan Lereng

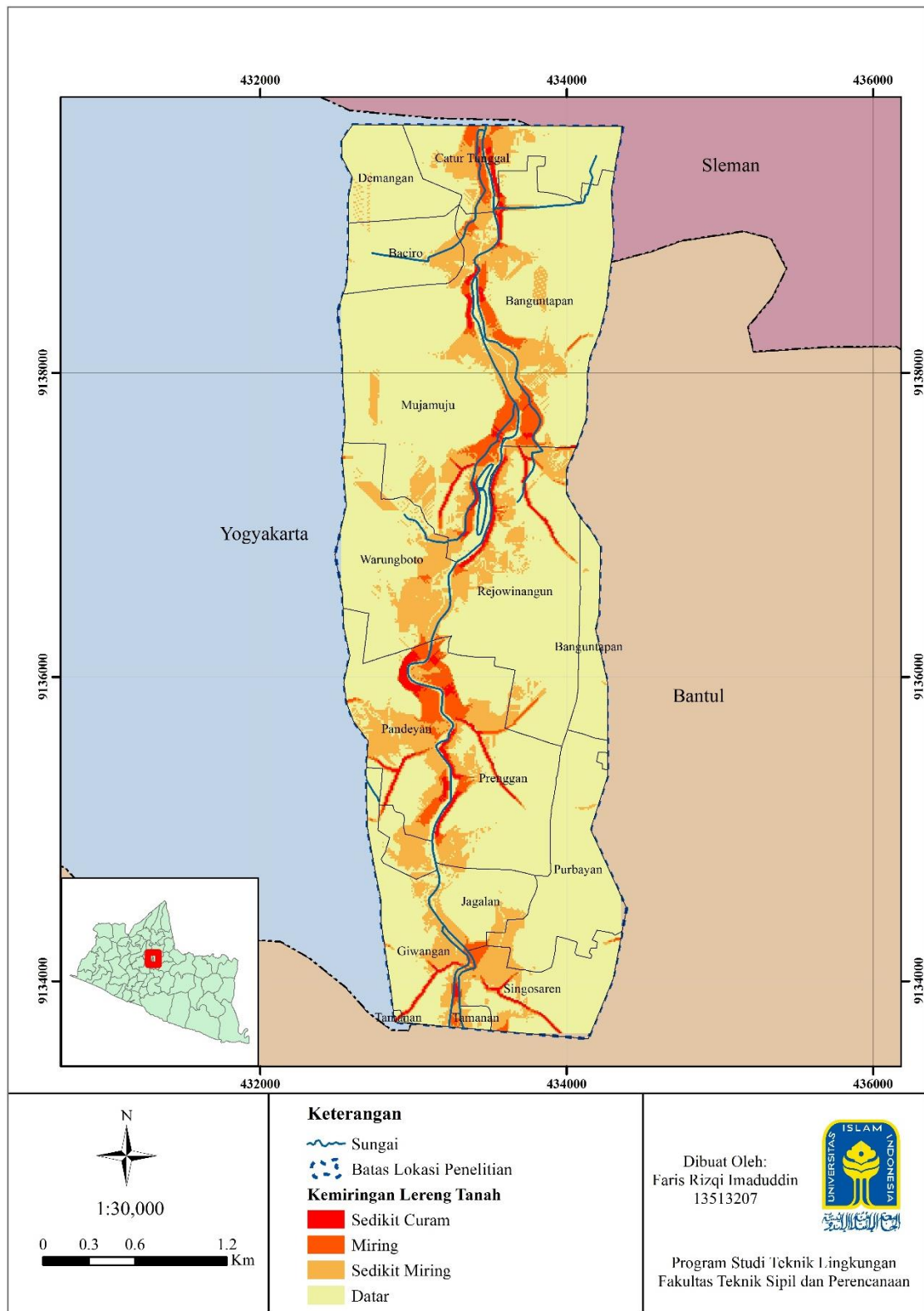
Kemiringan lereng merupakan parameter yang berpengaruh pada proses peresapan air dan penentuan daerah yang perlu didahulukan untuk upaya konservasi air. Menurut Wibowo (2006) bahwa untuk kepentingan resapan air semakin tinggi kemiringan lereng maka jumlah air hujan yang meresap akan semakin rendah sehingga untuk kepentingan konservasi air kemiringan lereng yang paling rendah merupakan parameter yang paling ideal. Dalam penelitian ini lebih ditekankan pada kepentingan resapan air untuk konservasi air secara umum.

Berdasarkan hasil penelitin Yosi, 2017 bahwa elevasi tanah tertinggi terdapat di wilayah Caturtunggal, Kecamatan Depok dengan elevasi sebesar 125.000 m sedangkan elevasi terendah berada di Desa Tamanan, Kecamatan Banguntapan dengan nilai 62.500 m. Data DEM ini menjadi dasar untuk mencari nilai kemiringan lahan pada lokasi penelitian. Pada Tabel 4.10 ditampilkan kelas parameter dari kemiringan lereng tanah yang ada di lokasi.

**Tabel 4.9** Kelas Kemiringan Lereng Tanah

| Parameter               | Klasifikasi Kemiringan Lereng | Kelas Parameter | Luas Daerah (Km <sup>2</sup> ) | Prosentase Luasan (%) |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|
| Kemiringan Lereng Tanah | >15%                          | Sedikit Curam   | 0,17                           | 1,82                  |
|                         | 7-15%                         | Miring          | 0,43                           | 4,50                  |
|                         | 2-7%                          | Sedikit Miring  | 1,69                           | 17,69                 |
|                         | 0-2%                          | Datar           | 7,25                           | 75,98                 |

Sumber: Hasil olah data, 2017



#### Gambar 4.17 Kondisi Eksisting Kemiringan Lereng di Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil pengolahan citra melalui aplikasi QGIS didapat bahwa nilai kemiringan lereng di lokasi penelitian didominasi oleh klasifikasi kemiringan lereng 0-2% atau tergolong daerah dengan kondisi kemiringan datar, hal ini dapat disimpulkan bahwa lokasi penelitian termasuk ideal untuk diupayakan konservasi air tetapi parameter ini harus ditopang dengan parameter penggunaan lahan agar hasil penempatan lokasi konservasi air lebih representatif.

#### 4.3.4 Jenis Tanah

Wilayah Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul yang terletak antara Sungai Progo dan Sungai Opak merupakan punggung kaki Gunung Merapi. Jenis tanah yang ada di ketiga wilayah ini terdiri dari lima jenis, yaitu tanah regosol, latosol, mediteran, grumosol, dan kambisol.

Menurut Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Sleman Tahun 2011 – 2015) bahwa jenis tanah di Kabupaten Sleman terbagi menjadi litosol, regusol, grumosol, dan mediteran. Sebagian besar di wilayah Sleman didominasi jenis tanah regusol sebesar 49,262 ha (85,69%), mediteran 3,851 ha (6,69%), litosol 2,317 ha, (4,03%), dan grumosol 1,746 ha (3,03%), jenis tanah di Kabupaten Sleman selengkapnya seperti terlihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 4.10** Jenis Tanah di Kabupaten Sleman

| No. | Kecamatan         | Jenis Tanah (ha) |         |          |           | Jumlah<br>(ha) |
|-----|-------------------|------------------|---------|----------|-----------|----------------|
|     |                   | Litosol          | Regosol | Grumosol | Mediteran |                |
| 1   | Moyudan           | -                | 585     | 808      | 1370      | 2762           |
| 2   | Minggir           | -                | 558     | 606      | 1563      | 2727           |
| 3   | Seyegan           | -                | 2187    | 8        | 468       | 2663           |
| 4   | Godean            | -                | 2018    | 216      | 450       | 2684           |
| 5   | Gamping           | -                | 2817    | 108      | -         | 2925           |
| 6   | Mlati             | -                | 2582    | -        | -         | 2582           |
| 7   | Depok             | -                | 2582    | -        | -         | 2582           |
| 8   | Berbah            | -                | 3555    | -        | -         | 3555           |
| 9   | Prambanan         | 2155             | 1980    | -        | -         | 4135           |
| 10  | Kalasan           | 162              | 3422    | -        | -         | 3584           |
| 11  | Ngemplak          | -                | 3571    | -        | -         | 3571           |
| 12  | Ngagglik          | -                | 3852    | -        | -         | 3852           |
| 13  | Sleman            | -                | 3132    | -        | -         | 3132           |
| 14  | Tempel            | -                | 3249    | -        | -         | 3249           |
| 15  | Turi              | -                | 4309    | -        | -         | 4309           |
| 16  | Pakem             | -                | 4348    | -        | -         | 4348           |
| 17  | Cangkringan       | -                | 4799    | -        | -         | 4799           |
|     | <b>Jumlah</b>     | 2317             | 49.262  | 1746     | 3851      | 57.482         |
|     | <b>Prosentase</b> | 4,03             | 85,69   | 3,03     | 6,69      | 100            |

Sumber: Sistem Informasi Pembangunan Daerah Tahun 2009

Kabupaten Bantul mempunyai tujuh jenis tanah yaitu tanah Rendzina, Alluvial, Grumosol, Latosol, Mediteran, Regosol, dan Litosol. Jenis tanah Regosol merupakan jenis tanah yang dominan di wilayah Kabupaten Bantul. Jenis tanah ini tersebar pada Kecamatan Kasihan, Sewon, Banguntapan, Jetis, Bantul, dan Bambanglipuro. Tanah Regosol adalah tanah yang berasal dari material gunung

berapi, bertekstur (mempunyai butiran) kasar bercampur dengan pasir, dengan solum tebal dan memiliki tingkat kesuburan rendah. Tanah Litosol berasal dari batuan induk batugamping, batupasir, dan breksi/konglomerat, tersebar di Kecamatan Pajangan, Kasihan, dan Pandak. Tanah Mediteran berasal dari batugamping karang, batugamping berlapis, dan batupasir, tersebar di Kecamatan Dlingo dan sedikit di Sedayu. Tanah Latosol berasal dari batuan induk breksi, tersebar di Kecamatan Dlingo, Imogiri, Pundong, Kretek, Piyungan, dan Pleret. Tanah Grumosol berasal dari batuan induk batugamping berlapis, napal, dan tuff, terdapat di Kecamatan Sedayu, Pajangan, Kasihan, Pandak, Sanden, Bambanglipuro, dan Srandakan (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Bantul Tahun 2016 - 2021).

Wilayah Kota Yogyakarta terdiri dari 14 kecamatan, 45 kelurahan, 617 RW, dan 2532 RT dengan wilayah seluas 32,5 km<sup>2</sup> atau kurang lebih 1,02% dari luas Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kota Yogyakarta yang terletak di daerah dataran lereng gunung berapi Merapi, mempunyai jenis tanah regosal atau vulkanis muda. Formasi geologi yang terdapat di Kota Yogyakarta adalah Batuan Sedimen Old Andesit. Sebagian besar jenis tanahnya adalah regosol (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2012 – 2016) sedangkan di Kecamatan Umbulharjo dan sekitarnya jenis tanahnya adalah lempung kepasiran (sandy clay) dengan formasi geologi batuan sedimen andesit tua (old andesit)/kepasiran.

Karakteristik Jenis Tanah di Wilayah Yogyakarta, Sleman dan Bantul yang diterangkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah masing-masing kabupaten memberikan gambaran jenis tanah, sehingga dapat diketahui tekstur tanahnya dan dapat dilihat nilai permeabilitas tanah tersebut. Tekstur tanah dan nilai permeabilitas untuk jenis tanah di Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

**Tabel 4.11** Klasifikasi Tekstur Tanah Berdasarkan Jenis Tanah di Wilayah Yogyakarta, Sleman dan Bantul

| Jenis Tanah | Tekstur              |
|-------------|----------------------|
| Grumusol    | Lempung              |
| Kambisol    | Lempung/berdebu      |
| Latosol     | Lempung/ <i>clay</i> |
| Mediteran   | Geluh-Lempungan      |
| Regosol     | Pasir                |

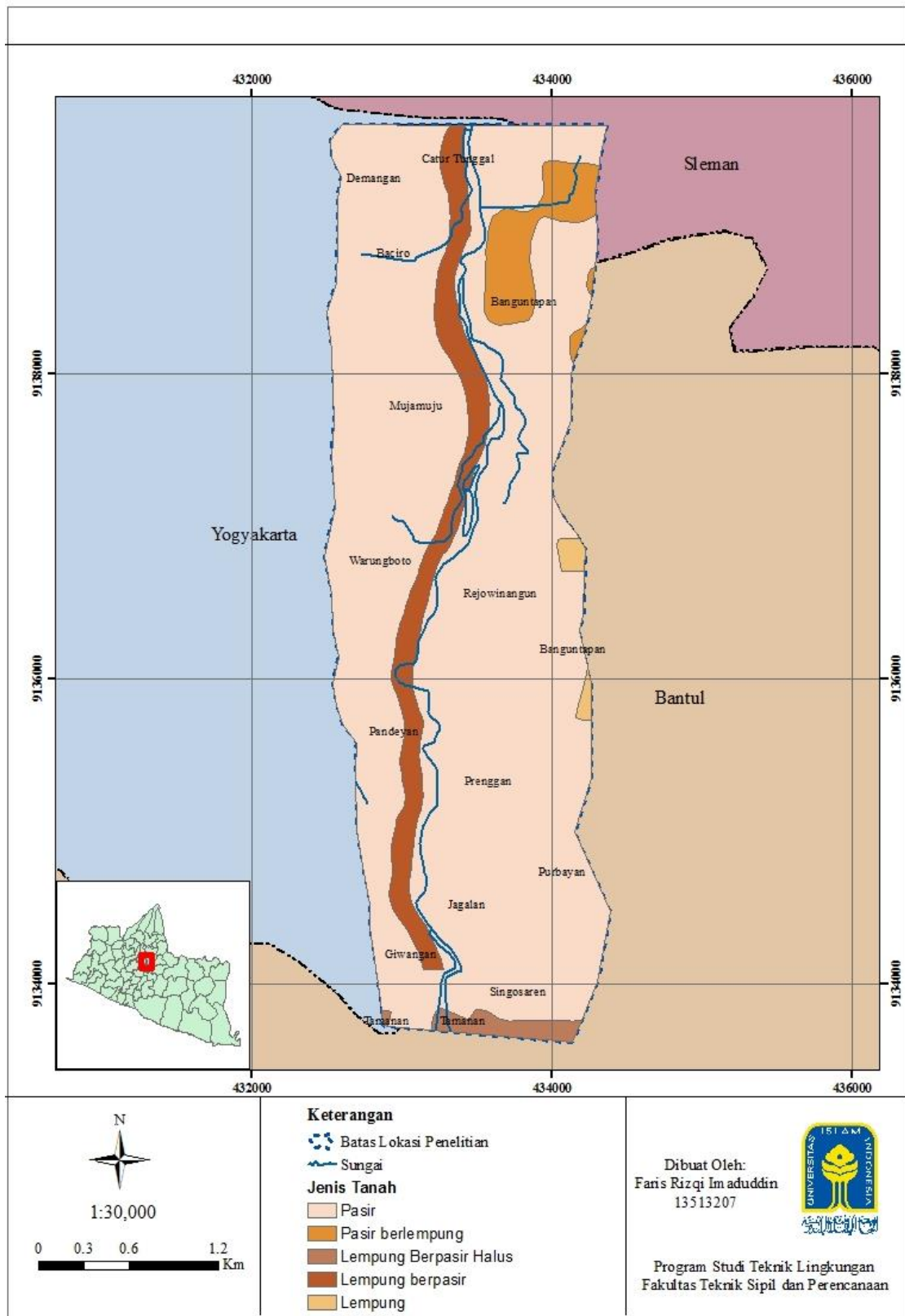
Sumber: M. Soepraptohardjo, 1982

Jenis tanah dianggap berpengaruh karena komposisi tanah akan mempengaruhi daya serap air, jenis tanah pasir memiliki nilai permeabilitas yang tinggi dibanding dengan jenis tanah lempung semakin tinggi nilai permeabilitas suatu tanah maka kemampuan tanah untuk meresapkan air juga semakin tinggi, semakin rendah daya serap tanah maka potensi terjadinya banjir atau genangan akan semakin tinggi pula. Jadi, kondisi yang ideal untuk penerapan konservasi air pada suatu daerah adalah dengan memilih jenis tanah dengan nilai permeabilitas tinggi. Daerah yang memiliki jenis tanah berupa pasir akan memiliki kemampuan resapan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang memiliki jenis tanah berupa lempung.

**Tabel 4.12** Kondisi Eksisting Jenis Tanah di Lokasi Penelitian

| No, | Jenis Tanah            | Luas Daerah (Km <sup>2</sup> ) | Prosentase Luasan (%) |
|-----|------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 1   | Pasir                  | 8,25                           | 86,25                 |
| 2   | Pasir Berlempung       | 0,75                           | 7,83                  |
| 3   | Lempung Berpasir       | 0,38                           | 4,02                  |
| 4   | Lempung Berpasir Halus | 0,06                           | 0,58                  |
| 5   | Lempung                | 0,13                           | 1,32                  |

Sumber: Hasil olah data, 2017



Gambar 4.18 Kondisi Eksisting Kemiringan Lereng di Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil pengolahan citra melalui aplikasi QGIS didapat bahwa jenis tanah di lokasi penelitian didominasi oleh pasir dengan mencapai prosentase 86,25% sedangkan jenis tanah yang paling sedikit di dalam lokasi penelitian adalah jenis lempung berpasir halus dengan prosentase sebesar 0,58%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa jenis tanah pada lokasi penelitian secara umum ideal untuk diterapkan konservasi air. Namun, untuk memperoleh hasil yang lebih representatif dalam penentuan lokasi yang cocok untuk penempatan konservasi air perlu ditopang dengan parameter lain seperti parameter penggunaan lahan.

#### **4.3.5 Kepadatan penduduk**

Daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi menandakan semakin banyaknya penduduk yang tinggal didalam suatu daerah tersebut. Semakin tinggi penduduk yang tinggal didalam daerah dengan tingkat kerawanan banjir atau genangan yang tinggi maka peluang jatuhnya korban akan semakin tinggi juga. Daerah dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi menyebabkan tingginya penggunaan lahan pada daerah tersebut yang akan berakibat pada meningkatnya debit aliran permukaan sehingga dapat menimbulkan banjir atau genangan. Oleh karena itu, kepadatan penduduk perlu dijadikan parameter dalam mengidentifikasi kawasan resapan air terkait kerentanan terjadinya banjir atau genangan yang tinggi di daerah tersebut. Nilai kepadatan penduduk diambil dari jumlah penduduk yang dibagi dengan luas wilayah daerah tersebut, pada tabel 4.14 ditampilkan kelas kepadatan penduduk dan tabel 4.15 menunjukkan besar kepadatan penduduk setiap administrasi desa.

**Tabel 4.13** Kelas Kepadatan Penduduk

| <b>Parameter</b>   | <b>Sub Parameter</b> | <b>Kelas Parameter</b> |
|--------------------|----------------------|------------------------|
| Kepadatan Penduduk | >14.514              | Sangat Padat           |
|                    | 14.513-9675          | Padat                  |
|                    | 9.675-4838           | Cukup Padat            |
|                    | <4838                | Tidak Padat            |

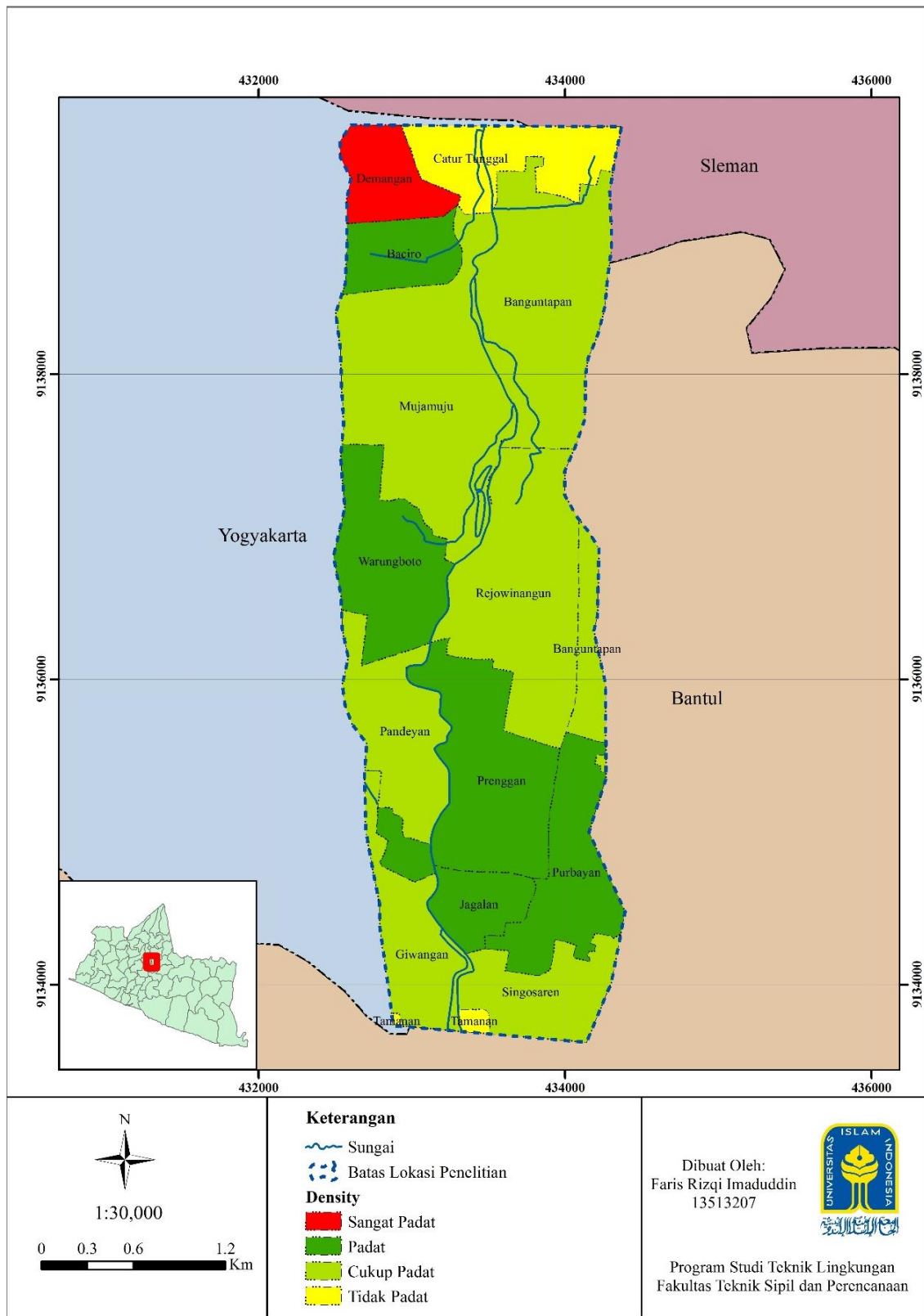
Sumber: Hasil olah data, 2017

**Tabel 4.14** Kepadatan Penduduk di Lokasi Penelitian pada Tahun 2016

| <b>No</b> | <b>Desa</b>   | <b>Jumlah Penduduk (Jiwa)</b> | <b>Luas (km<sup>2</sup>)</b> | <b>Kepadatan Penduduk (Jiwa/km<sup>2</sup>)</b> |
|-----------|---------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1         | Baciro        | 12.036                        | 1,06                         | 11.354,72                                       |
| 2         | Banguntapan   | 54.910                        | 8,33                         | 6591,84                                         |
| 3         | Catur Tunggal | 46.613                        | 11,04                        | 4222,19                                         |
| 4         | Demangan      | 8607                          | 0,37                         | 23.262,16                                       |
| 5         | Giwangan      | 7346                          | 1,26                         | 5830,16                                         |
| 6         | Jagalan       | 3703                          | 0,27                         | 13.714,81                                       |
| 7         | Mujamuju      | 10.564                        | 1,53                         | 6904,57                                         |
| 8         | Pandeyan      | 11.961                        | 1,38                         | 8667,391                                        |
| 9         | Prenggan      | 10.922                        | 0,83                         | 13.159,04                                       |
| 10        | Purbayan      | 9942                          | 0,99                         | 10.042,42                                       |
| 11        | Rejowinangun  | 12.161                        | 1,25                         | 9728,8                                          |
| 12        | Singosaren    | 4913                          | 0,67                         | 7332,84                                         |
| 13        | Tamanan       | 14.669                        | 3,75                         | 3911,73                                         |
| 14        | Warungboto    | 9020                          | 0,83                         | 10.867,47                                       |

Sumber: Hasil olah data, 2017

Berdasarkan hasil olah data dalam penelitian ini menunjukkan Desa Demangan, Kecamatan Gondokusuman yang memiliki nilai kepadatan penduduk tertinggi yaitu sebesar 23.262,16 jiwa/km<sup>2</sup>. Nilai kepadatan penduduk terkecil dimiliki oleh Desa Tamanan, Kecamatan Banguntapan sebesar 3911,73. Dari hasil data sebaran kepadatan penduduk yang didapat kemudian dipetakan sehingga dapat diidentifikasi data spasial kepadatan penduduk tersebut. Secara lebih jelas ditampilkan pada Gambar 4.19



Gambar 4.19 Kepadatan Penduduk di Lokasi Penelitian pada Tahun 2016

#### 4.3.6 Pemetaan Daerah Resapan Air

Dalam memetakan lokasi konservasi air yang tepat berdasarkan identifikasi kawasan resapan air yang telah dilakukan sebelumnya, perlu dilakukan penentuan bobot sub parameter dari 5 parameter yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu penggunaan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, kepadatan penduduk dan jenis tanah. Pada tabel 4.16 dapat diketahui hasil perhitungan bobot AHP dari ke 5 sub parameter, untuk perhitungan detail bobot AHP dapat dilihat pada lampiran 4.

**Tabel 4.15** Bobot Sub Parameter Lokasi Konservasi Air

| Parameter         | Bobot Parameter | Sub Parameter          | Bobot Sub Parameter |
|-------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| Penggunaan Lahan  | 0,4335          | Vegetasi               | 0,0737              |
|                   |                 | Ladang-Kebun           | 0,1576              |
|                   |                 | Persawahan             | 0,2388              |
|                   |                 | Jalan                  | 0,4100              |
|                   |                 | Pemukiman              | 0,1198              |
| Curah Hujan       | 0,2312          | >3000 mm/thn           | 0,0737              |
|                   |                 | 2000-3000 mm/thn       | 0,1576              |
|                   |                 | 1000-2000 mm/thn       | 0,2388              |
|                   |                 | 500-1000 mm/thn        | 0,4100              |
|                   |                 | <500 mm/thn            | 0,1198              |
| Kemiringan Lereng | 0,1484          | Sedikit Curam          | 0,344               |
|                   |                 | Miring                 | 0,232               |
|                   |                 | Sedikit Miring         | 0,116               |
|                   |                 | Datar                  | 0,127               |
| Jenis Tanah       | 0,1018          | Pasir                  | 0,0737              |
|                   |                 | Pasir Berlempung       | 0,1576              |
|                   |                 | Lempung Berpasir       | 0,2388              |
|                   |                 | Lempung Berpasir Halus | 0,4100              |

| Parameter          | Bobot Parameter | Sub Parameter | Bobot Sub Parameter |
|--------------------|-----------------|---------------|---------------------|
|                    |                 | Lempung       | 0,1198              |
| Kepadatan Penduduk | 0,0851          | Sangat Padat  | 0,0737              |
|                    |                 | Padat         | 0,1576              |
|                    |                 | Cukup Padat   | 0,2388              |
|                    |                 | Tidak Padat   | 0,4100              |

Sumber: Hasil olah data, 2017

Ziadat et al. (2012) dalam Adham A. (2016) telah melakukan identifikasi kawasan resapan air yang cocok dengan pendekatan GIS, mereka mengintegrasikan beberapa kriteria spasial seperti kemiringan lereng, penggunaan lahan, jenis tanah, kedalaman tanah dengan analisis parameter social ekonomi dengan kriteria yang telah dimodifikasi, setiap kriteria diberikan sebuah *rating*: sesuai dan kurang sesuai. *Rating* lebih fleksibel dalam menentukan kesesuaian dalam identifikasi kawasan resapan air. Dari 5 parameter yang telah ditentukan diatas kemudian di *overlay* menggunakan aplikasi ILWIS, seperti yang dilakukan oleh Abdulla U. N. T. et al. (2016) dalam penentuan kawasan resapan air di DAS Kecheri, Distrik Kerala, India dengan melakukan *overlay* pada peta penggunaan lahan, peta kemiringan lahan, peta tekstur tanah dan peta curah hujan untuk mengidentifikasi kawasan resapan air yang sesuai.

Menurut Andi B. R. (2017) bahwa mengintegrasikan proses pembobotan dengan AHP, GIS dan *remote-sensing* dapat menghasilkan informasi yang aktual dengan biaya yang murah dan visualisasi yang baik. Dari kelima parameter peta penggunaan lahan, kemiringan lereng, curah hujan, kepadatan penduduk dan peta jenis tanah dilakukan *overlay* berdasar pembobotan AHP pada aplikasi ILWIS untuk menghasilkan peta konservasi air yang sesuai pada lokasi penelitian, hasil analisis dapat dilihat pada gambar 4.20 berikut.

**Tabel 4.20** Kesesuaian Kawasan Konservasi Air

| No         | Desa          | Luas Kelas Kesesuaian Kawasan Konservasi Air (Ha) |              |               |              |
|------------|---------------|---------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------|
|            |               | Sangat Sesuai                                     | Cukup Sesuai | Kurang Sesuai | Tidak Sesuai |
| 1          | Baciro        | 24,13                                             | 2,95         | 4,06          | 1,79         |
| 2          | Banguntapan   | 92,49                                             | 15,18        | 23,09         | 13,38        |
| 3          | Catur Tunggal | 37,86                                             | 3,00         | 6,05          | 7,26         |
| 4          | Demangan      | 28,88                                             | 1,52         | 2,71          | 0,01         |
| 5          | Giwangan      | 34,51                                             | 2,80         | 7,18          | 4,73         |
| 6          | Jagalan       | 21,98                                             | 1,11         | 2,66          | 0,81         |
| 7          | Mujamuju      | 103,13                                            | 13,05        | 18,97         | 15,62        |
| 8          | Pandeyan      | 43,72                                             | 5,09         | 7,21          | 4,46         |
| 9          | Prenggan      | 76,77                                             | 6,48         | 11,50         | 6,76         |
| 10         | Purbayan      | 49,82                                             | 2,47         | 8,20          | 1,55         |
| 11         | Rejowinangun  | 83,94                                             | 10,15        | 17,28         | 8,37         |
| 12         | Singosaren    | 29,74                                             | 3,01         | 8,07          | 5,68         |
| 13         | Tamanan       | 1,21                                              | 0,13         | 0,63          | 1,50         |
| 14         | Warungboto    | 54,11                                             | 5,15         | 6,87          | 3,34         |
| Total      |               | 682,29                                            | 72,08        | 124,49        | 75,27        |
| Prosentase |               | 71,51                                             | 7,55         | 13,05         | 7,89         |

Sumber: Hasil olah data, 2017

Kelas kesesuaian kawasan konservasi air merupakan kelompok lahan yang menggambarkan tingkat kecocokan sebidang tanah untuk meresapkan limpasan air hujan. Dasar penentuan kelas kesesuaian konservasi air berdasarkan hasil pembobotan AHP yang berupa nilai atau skor dari hasil *overlay* kelima parameter yang ditentukan yaitu penggunaan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan kepadatan penduduk, kemudian peneliti menentukan jumlah kelas yang dikehendaki dan masing-masing kelas diberi *range* nilai atau skor yang ditentukan melalui metode *Sturgess*. Kelas kesesuaian terdiri dari 4 kelas yang dijabarkan sebagai berikut:

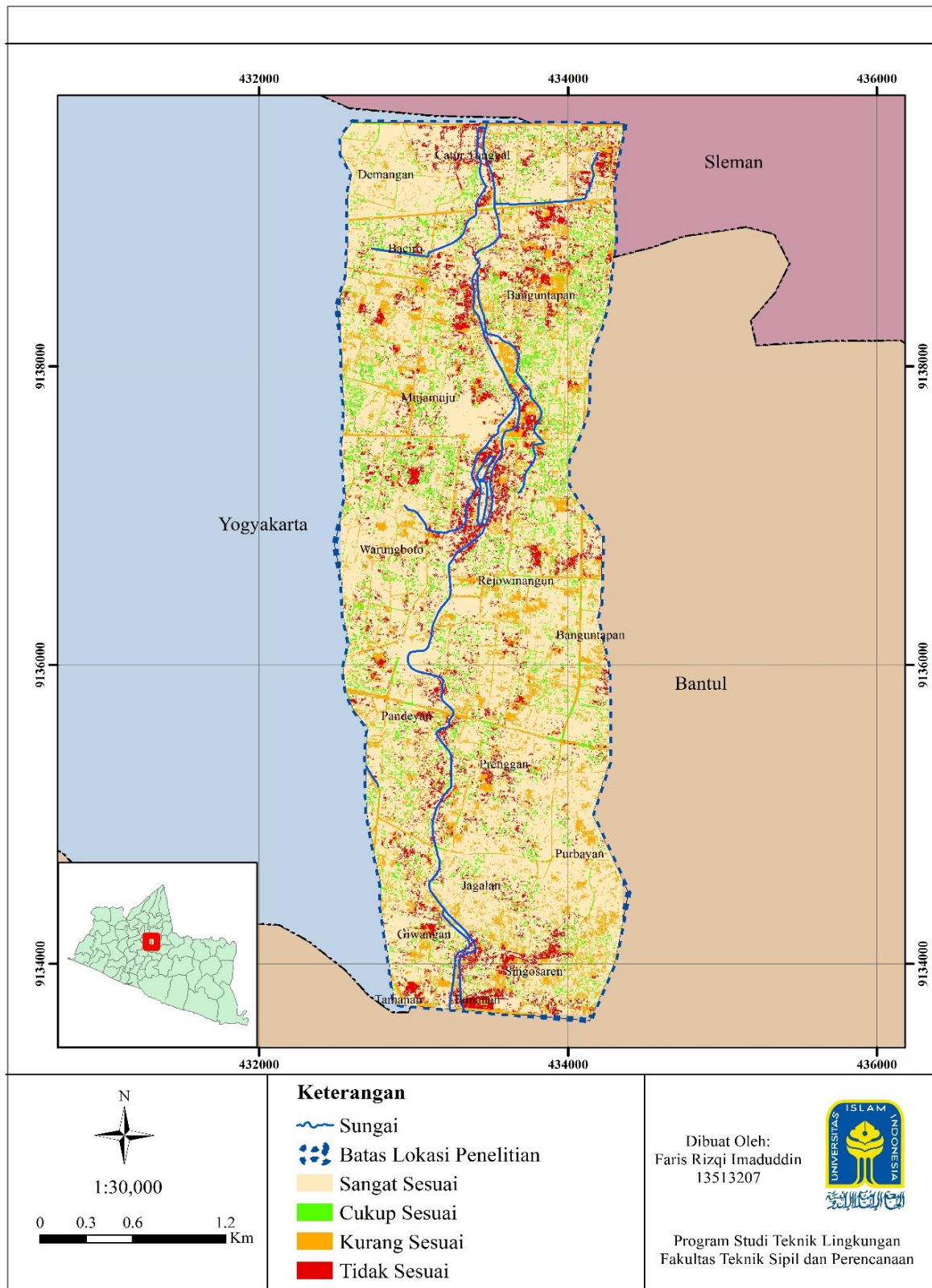
1. Sangat Sesuai (*Highly Suitable*): Kelas ini memiliki skor tertinggi diantara ketiga kelas lainnya dengan *range* nilai sebesar  $>0,8$  yang menunjukkan bahwa

lahan tersebut didominasi pemukiman yang memiliki kemampuan resapan air yang rendah sehingga perlu diprioritaskan untuk penerapan konservasi air sebagai upaya pengurangan debit limpasan, kemiringan lereng dilokasi ini termasuk yang klasifikasi kemiringan lerengnya 0-2% atau tergolong daerah dengan kondisi kemiringan datar, jenis tanah dilokasi ini didominasi oleh jenis tanah berpasir (regosol) dengan nilai permeabilitas yang tinggi sehingga ideal untuk penerapan konservasi air dan kepadatan penduduk dilokasi ini tergolong sangat padat karena merupakan kawasan pemukiman dengan tingkat penggunaan lahan yang sangat tinggi.

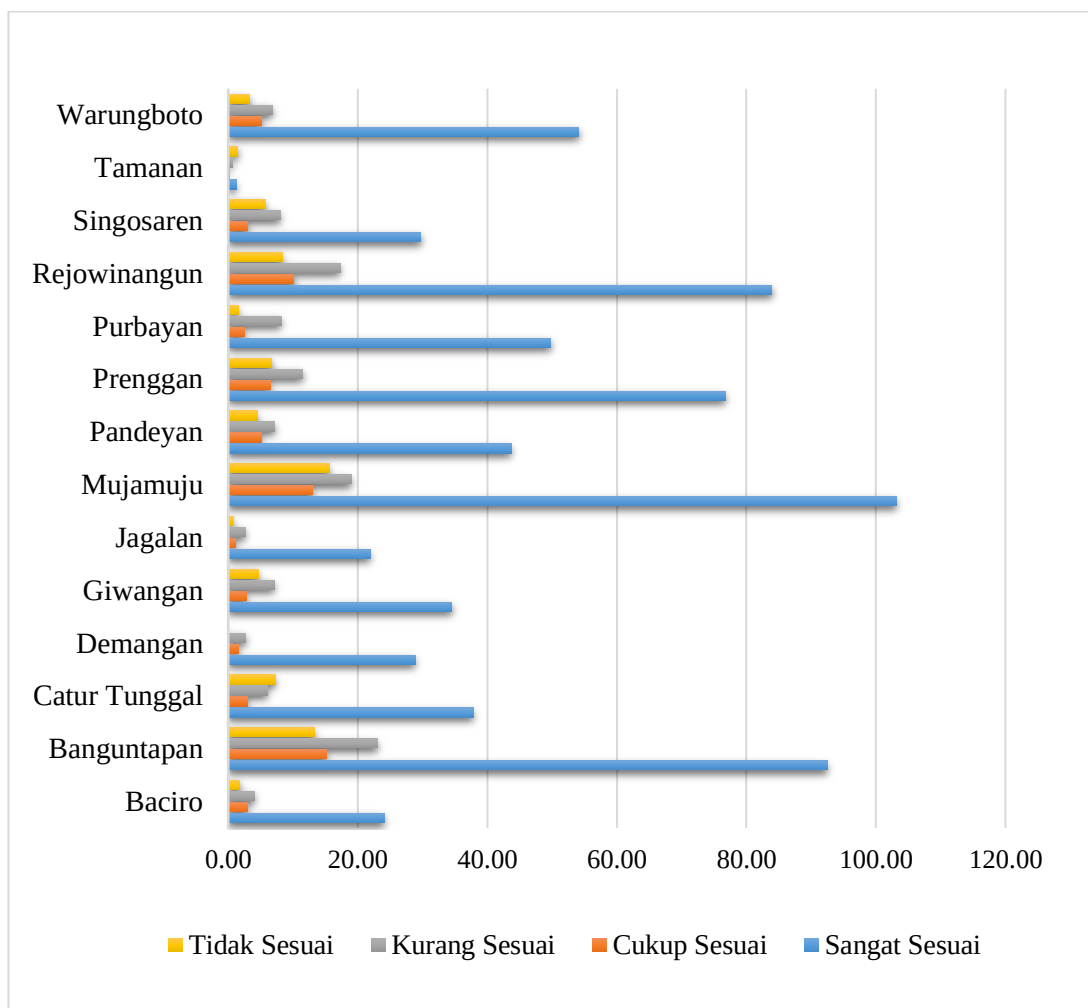
2. Cukup Sesuai (*Moderately Suitable*): Kelas ini teruntuk skor dari hasil pembobotan AHP dengan *range* nilai sebesar 0,65-0,8 yang menunjukkan bahwa penggunaan lahan di daerah tersebut masih didominasi pemukiman yang cukup tinggi dengan potensi debit limpasan air hujan yang tinggi, kemiringan lereng dilokasi ini termasuk yang klasifikasi kemiringan lerengnya 0-2% (datar) dan beberapa dengan kemiringan 2-7% atau tergolong daerah dengan kondisi kemiringan sedikit miring yang masih cukup ideal untuk peresapan limpasan air hujan, jenis tanah dilokasi ini masih didominasi oleh jenis tanah berpasir (regosol) dengan nilai permeabilitas yang tinggi dan kepadatan penduduk dilokasi ini berjumlah antara 9675 – 14.513 jiwa/km<sup>2</sup> atau tergolong padat
3. Kurang Sesuai (*Less Suitable*): Kelas ini teruntuk skor dari hasil pembobotan AHP dengan *range* nilai sebesar 0,4-0,65 yang menunjukkan bahwa penggunaan lahan di daerah tersebut didominasi oleh persawahan dan ladang dengan kemampuan resapan air yang sudah cukup tinggi dan beberapa wilayah di lokasi ini masih memiliki vegetasi yang notabene merupakan kawasan dengan resapan air yang tinggi, kemiringan lereng dilokasi ini termasuk yang klasifikasi kemiringan lerengnya 0-2% (datar) dan beberapa dengan kemiringan 7-15% atau tergolong miring, jenis tanah dilokasi ini didominasi oleh jenis tanah pasir berlempung dengan nilai permeabilitas yang cukup tinggi dan kepadatan penduduk dilokasi ini berjumlah antara 4838 – 9675 jiwa/km<sup>2</sup> termasuk tergolong cukup padat.

4. Tidak Sesuai (*Not Suitable*): Kelas ini memiliki skor terendah diantara ketiga kelas lainnya dengan range nilai sebesar  $<0,4$  yang menunjukkan bahwa penggunaan lahan di daerah tersebut didominasi vegetasi dan ladang yang sudah memiliki kemampuan resapan air yang sangat tinggi sehingga sudah tidak diperlukan adanya upaya konservasi air lagi, kemiringan lereng dilokasi ini didominasi klasifikasi kemiringan lereng 0-2% (datar) beberapa termasuk yang klasifikasi kemiringan lerengnya  $>15\%$  atau tergolong daerah dengan kondisi kemiringan sedikit curam, jenis tanah dilokasi ini didominasi oleh jenis tanah berpasir (regosol) dan di beberapa lokasi ada yang bertipe lempung (grumusol) dengan nilai permeabilitas yang sangat rendah dan kepadatan penduduk dilokasi ini tergolong tidak padat dengan jumlah kurang dari 4838 jiwa/km<sup>2</sup>.

Hasil pengolahan data menunjukkan luasan kelas kesesuaian kawasan konservasi yang dominan adalah dengan kriteria sangat sesuai, yakni sebesar 682,29 Ha. Luas dari kawasan dengan kriteria kurang sesuai sebesar 124,49 Ha, luas dari kriteria cukup sesuai sebesar 72,08 Ha dan luas dari kawasan dengan kriteria sangat sesuai sebesar 75,27 Ha.



Gambar 4.20 Peta Kesesuaian Kawasan Konservasi Air di Lokasi Penelitian



Sumber: Hasil olah data, 2017

Gambar 4.21 Histogram Luas Kawasan Konservasi Air Berdasarkan Kelas Kesesuaian

Kawasan yang diperuntukkan sebagai konservasi air merupakan kawasan dengan klasifikasi kesesuaian sangat sesuai dan cukup sesuai sedangkan klasifikasi kesesuaian kurang sesuai dan tidak sesuai merupakan kawasan yang tidak diprioritaskan sebagai konservasi air untuk pengurangan debit limpasan dengan alasan wilayah tersebut sudah merupakan kawasan resapan air alami atau kawasan tersebut memang tidak cocok untuk diterapkan konservasi air karena jenis tanah dan kemiringan lerengnya tidak ideal untuk penerapan konservasi air.

Dari hasil analisis didapat bahwa 79,06% dari luas wilayah pada lokasi penelitian merupakan kawasan yang sesuai atau sangat diprioritaskan sebagai kawasan konservasi air, dengan luas sebesar 754,37 Ha. 20,94% lainnya merupakan kawasan yang tidak sesuai atau tidak diprioritaskan sebagai kawasan konservasi air, dengan luasan mencapai 199,76 Ha. Menurut Pertiwi (2017) di lokasi penelitian terdapat 2 desa dengan kerawanan banjir genangan yang tinggi dibandingkan desa-desa lainnya yaitu Desa Banguntapan dan Desa Mujamuju, kemudian dikorelasikan dengan kesesuaian kawasan konservasi air yang ditemukan bahwa Desa Banguntapan dan Desa Mujamuju termasuk wilayah yang kawasannya sangat sesuai atau diprioritaskan untuk penerapan konservasi air dengan luasan paling tinggi sehingga masalah banjir atau genangan yang terjadi di kedua desa tersebut seharusnya dapat teratasi.

Berdasarkan penelitian Hafizh (2014) bahwa 1 unit lubang resapan biopori dapat meresapkan limpasan air hujan sebesar 0,0839 liter/detik, dengan asumsi setiap luas  $10 \text{ cm}^2$  lahan yang dibangun biopori dapat meresapkan 0,0839 liter/detik limpasan air hujan kemudian dikorelasikan dengan luas kawasan yang sesuai untuk dijadikan konservasi air yaitu sebesar 754,37 ha didapat potensi konservasi air pada lokasi penelitian yaitu sebesar  $6329,16 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dari hasil perhitungan bisa dilihat pada lampiran 7, diperoleh jumlah lubang resapan biopori yang ideal untuk diterapkan di lokasi penelitian adalah sebanyak 80.482 unit lubang resapan biopori, jumlah tersebut diharapkan mampu mengatasi masalah banjir atau genangan di lokasi studi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Kondisi konservasi air eksisting di lokasi penelitian rata-rata masih belum sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri LH No. 12 Tahun 2009 dan Peraturan Menteri LH No. 26 Tahun 2012, seperti pembangunan lubang biopori jika disesuaikan dengan kriteria komponen bangunan hanya 7,7% responden yang memenuhi kriteria dan baru 42,3% dari total responden yang telah memenuhi kriteria konstruksi/desain, sedangkan pada pembangunan sumur resapan didapat 83,4% dari total responden telah memenuhi kriteria konstruksi/desain dan baru 53,4% dari total responden yang pembangunannya telah memenuhi kriteria komponen bangunan.
2. Dari nilai ketersediaan responden untuk menyisihkan uang tambahan kemudian dikorelasikan dengan estimasi biaya pembuatan lubang biopori dan sumur resapan didapat bahwa upaya konservasi air yang sesuai untuk dibangun di lokasi penelitian dengan biaya dari swadaya masyarakat sendiri adalah upaya konservasi air dengan lubang biopori.
3. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian 79,06% dari luas wilayah merupakan kawasan yang sesuai sebagai kawasan resapan air, dengan luas mencapai 754,37 Ha. 20,94% lainnya merupakan kawasan yang tidak sesuai sebagai kawasan resapan air, dengan luasan sebesar 199,76 Ha.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut saran yang dapat diberikan:

1. Pemerintah perlu turun langsung ke lapangan untuk mengontrol pembangunan konservasi air agar sesuai dengan kriteria pembangunan yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup sehingga dampak yang ditimbulkan dari penerapan konservasi air akan lebih efektif.
2. Perlunya sosialisasi akan pemeliharaan dan perawatan konservasi air dari pemerintah setempat sehingga warga dapat mengetahui sebab yang ditimbulkan jika konservasi air yang telah dibangun tidak dirawat begitu saja.
3. Pada penelitian selanjutnya perlu menambahkan parameter-parameter penting seperti permeabilitas tanah, *stream order* dan kedalaman muka air tanah.
4. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pemetaan daerah konservasi air pada satu Sub DAS Gajah Wong dari hulu hingga hilir dengan parameter pembanding yang sama yaitu penggunaan lahan, kemiringan lereng, curah hujan, kepadatan penduduk dan jenis tanah.
5. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis terkait kualitas air pada konservasi air yang diterapkan di sub DAS Gajah Wong dari hulu hingga hilir.
6. Perlu adanya kajian terkait penentuan kriteria-kriteria (model) yang baku untuk menentukan kesesuaian suatu kawasan resapan air tanah yang nantinya dipakai sebagai salah satu dasar dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah suatu daerah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulla Umar Naseef T. dan Reeba Thomas. 2015. **Identification of Suitable Sites for Water Harvesting Structures in Kecheri River Basin**. India: Govt. Engineering College, Trichur.
- Adham A., Riksen M., Ouessar M., dan Ritsema C. 2015. **Identification of Suitable Sites for Rainwater Harvesting Structures in Arid and Semi-Arid Regions**. Iraq: Univeristy of Anbar, Ramadi
- Asmara, Galis. 2016. **Analisis Perubahan Tata Guna Lahan Tahun 2008 dan 2016 dengan Metode Supervised Image Classification di Sub Das Gajah Wong**. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Bagus, Setiabudi Wiwoho. 2008. **Analisis Potensi Daerah Resapan Air Hujan di Sub Das Metro Malang Jawa Timur**. Malang: Universitas Negeri Malang
- BPS, 2016. **Statistik Daerah Kabupaten Bantul**. Bantul: Badan Pusat Statistik.
- BPS, 2016. **Statistik Daerah Kabupaten Sleman**. Sleman: Badan Pusat Statistik.
- BPS, 2016. **Statistik Daerah Kota Yogyakarta**. Yogyakarta: Badan Pusat Statistik.
- Brontowiyono Widodo, 2008. **Sustainable Water Resources Mangement with Special Reference to Rainwater Harvesting- Case Study of KarManTul, Java, Indonesia**. Karlshure: Universitat Karlshure.
- Budinetro dkk, .2012. **Pengendalian Aliran Permukaan Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Dengan Konsep Low Impact Development**. Surakarta: Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta
- .  
Dariah, *et al.* 2004. **Teknologi Konservasi Mekanik. Hlm.109-132 dalam Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Department of Environmental Resources (DERPGC). 1999. **“Low Impact Development Design Strategies”, Integrated Design Approach**. Maryland: Prince George’s County.
- Djuwansyah, R.M. dan Narulita, I. 2006. **Naraca Air Spasial di Bagian Hulu DAS Citarum sebagai Basis Data Anggaran Air**. Teknologi Indonesia. 29 (9-20).

- Ford, A. 1999. **Modelling the Environment; an Introduction to System Dynamic Modelling of Environmental System**. Washington DC: Island Press.
- Hafizh, Muhammad dan Terunajaya. 2014. **Kajian Efektivitas Lubang Resapan Biopori dalam Mereduksi Debit Banjir Akibat Air Limpasan Hujan (Run-Off) Pada Kawasan Perumahan (Studi Kasus: Perumahan Classic 3, Medan)**. Medan: Departemen Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara.
- Hakim, M. L. 2008. **Metode Pendugaan Banjir dan Kekeringan; Studi Kasus di DAS Separi, Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur**. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Handojo, R. 2008. **Konsep dan Pengembangan Eco Efficient dalam Pembangunan Infrastruktur**. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Kodoatie, R.J., 2001. **Beberapa Penyebab dan Metode Pengendalian Banjir dalam Prespektif Lingkungan**. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kodoatie, Robert J. dan Sugiyanto. 2002. **Banjir, Beberapa penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif Lingkungan**. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kodoatie, Robert J. dan Sjarief R. 2005. **Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu**. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kodatie, R. J. & Sjarief, R., 2010. **Tata Ruang Air**. Yogyakarta: Penebit ANDI.
- Loebis, Joesron. 1984. **Banjir Rencana Untuk Bangunan Air**. Jakarta: PT.Bina Cipta.
- Palinkas, Lawrence A., Horwitz, Sarah M., Green, Carla A., Wisdom, Jennifer P., Naihua, D., Hoagwood, Kimberly. 2013. **Purposeful Sampling for Qualitative Data Collection and Analysis in Mixed Method Implementation Research**. New York: Springer Science Business Media.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 02 Tahun 2017 tentang Cekungan Air Tanah
- Peraturan Daerah Kabupaten Bantul Nomor 04 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bantul Tahun 2010 – 2030
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 26 Tahun 2012 tentang Petunjuk Teknis Pemanfaatan Dana Alokasi Khusus Bidang Lingkungan Hidup
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 02/PRT/M/2013 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air
- Pertiwi, Yosi Mutiara. 2016. **Pemetaan Daerah Rawan Banjir Genangan (Studi Kasus Sub Das Gajah Wong di Kawasan Perkotaan Yogyakarta)**. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Pungut dan Widyastuti, Sri. 2013. **Pengaruh Artificial Recharge Melalui Lobang Resap Biopori Terhadap Muka Air Tanah**. Jurnal Teknik Volume 11 Nomor 01 ISSN : 1412-1867.
- Republik Indonesia. 2013. **Undang-Undang No. 2 tahun 2013 tentang Pedoman Penyusunan Pengelolaan Sumber Daya Air**. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Resubun, E. R. R., Tarore, Raymond Ch., dan Takumansang, Esli D. 2014. **Analisis Pemanfaatan Ruang Pada Kawasan Resapan Air Di Kelurahan Ranomuut Kecamatan Paal Dua Kota Manado**. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Ridwansyah, I. 2009. **Kajian Morfometri Zona Perairan dan Stratifikasi Suhu Danau Diatas Sumatra Barat**. Limnotek. Vol XVI 1 (1-9).
- Roscoe, J.T. 1975. **Fundamental Research Statistics for the Behavioural Sciences, 2<sup>nd</sup> edition**. New York: Holt Rinehart & Winston
- Sudarto, 2009. **Analisa Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Peningkatan Jumlah Aliran Permukaan - Studi Kasus pada DAS Kali Gatak di Surakarta, Jawa Tengah**. Tesis. Surakarta: Universitas Surakarta.
- Suripin. 2004. **Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air**. Yogyakarta: Andi
- Taylor, S. J. dan R. Bogdan. 1975. **Introduction to Qualitative Research Methods: The Search for Meanings, Second Edition**. Toronto: John Wileys and Sons.
- Uma Sekaran. 2006. **Metode Penelitian Bisnis**. Jakarta: Salemba Empat.
- Wibowo, Mardi. 2006. **Model Penentuan Kawasan Resapan Air untuk Perencanaan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan**. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Kuesioner *Willingness to Pay*



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang Km 14,5 Ngaglik Sleman Yogyakarta 55584 Telp. (0274)895042

#### KUESIONER PENELITIAN

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| Hari/Tanggal/Tahun | : |  |
| Waktu Mulai        | : |  |
| Nomor Responden    | : |  |

#### A. DATA PRIBADI

1. Nama : \_\_\_\_\_
2. Alamat tempat anda tinggal : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Apakah pendidikan terakhir anda :  

|                                            |                                                  |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> SD tidak tamat    | <input type="checkbox"/> SMA dan sederajat       |
| <input type="checkbox"/> SD dan sederajat  | <input type="checkbox"/> D3 / S1                 |
| <input type="checkbox"/> SMP dan sederajat | <input type="checkbox"/> Lainnya, sebutkan _____ |
4. Apa pekerjaan anda sehari-hari :  

|                                              |                                                  |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Pelajar / Mahasiswa | <input type="checkbox"/> Wiraswasta              |
| <input type="checkbox"/> PNS/TNI/Polri       | <input type="checkbox"/> Ibu Rumah Tangga        |
| <input type="checkbox"/> Pegawai Swasta      | <input type="checkbox"/> Lainnya, sebutkan _____ |
5. Berapakah penghasilan anda setiap bulan ? \_\_\_\_\_

#### B. DATA KONDISI EXISTING

6. Seperti apa kepemilikan tanah anda ?  

|                                        |                                 |                                           |                                                  |
|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Milik Sendiri | <input type="checkbox"/> Kredit | <input type="checkbox"/> Tanah Pemerintah | <input type="checkbox"/> Lainnya, sebutkan _____ |
|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|



7. Berapakah luas tanah anda ? \_\_\_\_\_
8. Apakah lokasi anda sering dilanda banjir ?  
☐Sering    ☐Kadang-kadang    ☐Jarang    ☐Tidak Pernah
9. Ketinggian air ketika terjadi banjir yang sering dialami ? \_\_\_\_\_
10. Berapa lamakah banjir/genangan yang sering terjadi di lokasi anda ? \_\_\_\_\_
11. Apakah anda mengetahui konservasi air itu apa ?  
☐Sangat tahu    ☐Kurang tahu    ☐Tidak pernah mendengar
12. Konservasi air apa yang sudah anda pernah upayakan?  
☐Lubang biopori    ☐Sumur Resapan    ☐Kolam Retensi    ☐Lainnya, sebutkan \_\_\_\_\_
13. Darimana sumber dana yang anda gunakan untuk mengupayakan konservasi air tersebut?  
☐Pemerintah    ☐Lembaga non-pemerintah    ☐Mandiri    ☐Lainnya, sebutkan \_\_\_\_\_
14. Menurut anda, Bagaimana proses perawatan terhadap konservasi air yang sudah anda upayakan?  
☐Sangat sulit    ☐Sulit    ☐Mudah    ☐Sangat mudah



**C. *Willingness To Pay***

15. Menurut anda, Apakah anda ingin menyisihkan uang tambahan untuk membuat sebuah skenario upaya konservasi air dalam upaya pengurangan debit limpasan?

☐Ya                      ☐Tidak

16. Seandainya anda diminta untuk menyisihkan uang tambahan untuk membuat sebuah skenario upaya konservasi air dalam upaya pengurangan debit limpasan (*run off*) sehingga dapat mengurangi beban debit air di sungai Gajah Wong yang dampaknya dapat mengurangi potensi banjir di lingkungan anda. Berapakah uang tambahan yang akan anda keluarkan?

☐Rp. 1 – Rp. 1.000.000                      ☐Rp. 1.000.001 – Rp. 2.000.000  
☐Rp. 2.000.001 – Rp. 3.000.001                      ☐Lainnya, sebutkan \_\_\_\_\_

## Lampiran 2 Kondisi Konservasi Air Eksisting

| Responden | Biopori                    |              |                            |              | Sumur Resapan              |              |                            |              |
|-----------|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
|           | Kriteria Konstruksi/Desain |              | Kriteria Komponen Bangunan |              | Kriteria Konstruksi/Desain |              | Kriteria Komponen Bangunan |              |
|           | Sesuai                     | Tidak Sesuai | Sesuai                     | Tidak Sesuai | Sesuai                     | Tidak Sesuai | Sesuai                     | Tidak Sesuai |
| 1         | -                          | -            | -                          | -            | v                          | -            | v                          | -            |
| 2         | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 3         | -                          | -            | -                          | -            | -                          | v            | -                          | v            |
| 4         | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 5         | v                          | -            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 6         | v                          | -            | -                          | v            | -                          | -            | -                          | -            |
| 7         | -                          | -            | -                          | -            | v                          | -            | -                          | v            |
| 8         | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 9         | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 10        | -                          | -            | -                          | -            | v                          | -            | v                          | -            |
| 11        | v                          | -            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 12        | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 13        | v                          | -            | v                          | -            | v                          | -            | v                          | -            |
| 14        | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 15        | -                          | -            | -                          | -            | v                          | -            | -                          | v            |
| 16        | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 17        | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 18        | v                          | -            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 19        | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 20        | -                          | -            | -                          | -            | v                          | -            | v                          | -            |
| 21        | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 22        | -                          | v            | -                          | v            | -                          | -            | -                          | -            |
| 23        | -                          | v            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 24        | v                          | -            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 25        | v                          | -            | v                          | -            | v                          | -            | v                          | -            |
| 26        | v                          | -            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 27        | v                          | -            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 28        | v                          | -            | -                          | v            | v                          | -            | v                          | -            |
| 29        | v                          | -            | -                          | v            | v                          | -            | -                          | v            |
| 30        | -                          | -            | -                          | -            | v                          | -            | v                          | -            |

**Lampiran 3 Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Daerah Penelitian**

| Tahun | Curah Hujan (mm)/ Bulan ke |         |         |         |        |        |        |        |         |        |        |         | Jumlah  | Rata-Rata<br>Curah<br>Hujan |
|-------|----------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|-----------------------------|
|       | 1                          | 2       | 3       | 4       | 5      | 6      | 7      | 8      | 9       | 10     | 11     | 12      |         |                             |
| 2006  | 1033,87                    | 793,27  | 1029,93 | 687,93  | 509,50 | 27,00  | 4,00   | 0,00   | 0,00    | 6,40   | 68,80  | 847,60  | 5008,30 | 1669,43                     |
| 2007  | 233,17                     | 1012,10 | 824,00  | 853,17  | 150,73 | 106,83 | 15,00  | 4,00   | 30,00   | 225,00 | 655,83 | 1578,50 | 5688,33 | 1896,11                     |
| 2008  | 858,47                     | 816,13  | 854,33  | 411,47  | 143,93 | 26,93  | 7,20   | 8,00   | 13,60   | 361,70 | 886,20 | 607,57  | 4995,53 | 1665,18                     |
| 2009  | 999,53                     | 1079,73 | 688,90  | 907,97  | 395,77 | 192,23 | 7,00   | 15,00  | 47,80   | 161,30 | 476,23 | 576,23  | 5547,70 | 1849,23                     |
| 2010  | 893,17                     | 747,60  | 874,27  | 438,93  | 880,07 | 401,80 | 169,90 | 305,00 | 1016,33 | 621,13 | 845,60 | 1274,80 | 8468,60 | 2822,87                     |
| 2011  | 1122,63                    | 995,73  | 824,97  | 753,50  | 602,80 | 17,50  | 21,00  | 0,00   | 8,00    | 120,63 | 965,90 | 992,80  | 6425,47 | 2141,82                     |
| 2012  | 756,97                     | 687,50  | 602,00  | 378,27  | 185,40 | 81,20  | 0,00   | 65,00  | 73,00   | 199,70 | 657,50 | 967,03  | 4653,57 | 1551,19                     |
| 2013  | 918,00                     | 714,67  | 443,33  | 485,33  | 318,00 | 255,33 | 117,67 | 0,00   | 0,00    | 136,00 | 447,00 | 672,33  | 4507,67 | 1502,56                     |
| 2014  | 634,67                     | 675,67  | 356,33  | 377,67  | 127,67 | 88,00  | 120,33 | 0,00   | 0,00    | 0,00   | 387,33 | 386,67  | 3154,33 | 1051,44                     |
| 2015  | 1191,67                    | 930,00  | 1126,67 | 1099,00 | 440,67 | 37,33  | 0,00   | 0,00   | 0,00    | 32,00  | 427,33 | 771,67  | 6056,33 | 2018,78                     |

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta 2006-2015, Badan Pusat Statistik Kecamatan Depok 2006-2015, Badan Pusat Statistik Kecamatan Banguntapan 2006-2015, Balai Meteorologi dan Klimatologi Bandar Udara Adi Sucipto

#### Lampiran 4 Perhitungan Kepadatan Penduduk

| No | Desa          | Jumlah Penduduk | Luas  | Kepadatan Penduduk |
|----|---------------|-----------------|-------|--------------------|
| 1  | Baciro        | 12.036          | 1,06  | 11.354,71698       |
| 2  | Banguntapan   | 54.910          | 8,33  | 6591,836735        |
| 3  | Catur Tunggal | 46.613          | 11,04 | 4222,192029        |
| 4  | Demangan      | 8607            | 0,37  | 23.262,16216       |
| 5  | Giwangan      | 7346            | 1,26  | 5830,15873         |
| 6  | Jagalan       | 3703            | 0,27  | 13.714,81481       |
| 7  | Mujamuju      | 10.564          | 1,53  | 6904,575163        |
| 8  | Pandeyan      | 11.961          | 1,38  | 8667,391304        |
| 9  | Prenggan      | 10.922          | 0,83  | 13.159,03614       |
| 10 | Purbayan      | 9942            | 0,99  | 10.042,42424       |
| 11 | Rejowinangun  | 12.161          | 1,25  | 9728,8             |
| 12 | Singosaren    | 4913            | 0,67  | 7332,835821        |
| 13 | Tamanan       | 14.669          | 3,75  | 3911,733333        |
| 14 | Warungboto    | 9020            | 0,83  | 10.867,46988       |

Berikut contoh perhitungan kepadatan penduduk pada Desa Banguntapan Kecamatan Banguntapan:  $\frac{\text{Jumlah Penduduk}}{\text{Luas}} = \frac{54910}{8.33} = 6591.836735$

Sebelum melakukan pembobotan pada setiap parameter perlu dilakukan perhitungan range antar sub kelas. Persamaan ini merupakan metode statistik *Stugerss*. Berikut rumus perhitungannya:

$$= \frac{(\text{nilai maksimum parameter} - \text{nilai minimum parameter})}{\text{jumlah kelas}}$$

$$= \frac{(23.262.16216 - 3911.733333)}{4} = 4999$$

## Lampiran 5 Pembobotan AHP

Pembobotan AHP diawali dengan menyusun matriks perbandingan berdasarkan jumlahnya sub parameter.

| <b>Tata Guna Lahan</b> | Vegetasi | Semak Belukar | Ladang-Kebun | Persawahan | Pemukiman |
|------------------------|----------|---------------|--------------|------------|-----------|
| Vegetasi               | 1,00     | 0,50          | 0,33         | 0,20       | 0,50      |
| Semak Belukar          | 2,00     | 1,00          | 0,50         | 0,33       | 2,00      |
| Ladang-Kebun           | 3,00     | 2,00          | 1,00         | 0,50       | 2,00      |
| Persawahan             | 5,00     | 3,00          | 2,00         | 1,00       | 3,00      |
| Pemukiman              | 2,00     | 0,50          | 0,50         | 0,33       | 1,00      |
| Jumlah kolom           | 13,00    | 7,00          | 4,33         | 2,37       | 8,50      |

- Menghitung jumlah untuk setiap parameter uji, berikut contoh untuk perhitungan kelas vegetasi

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$$

$$A = 1,00 + 2,00 + 3,00 + 5,00 + 2,00 = 13,00$$

Selanjutnya melakukan uji konsistensi dilakukan dengan menyusun tingkat kepentingan relatif pada masing-masing parameter dengan contoh perhitungan pada kelas vegetasi sebagai berikut:

$$1/n-1 = \frac{1}{13,00} = 0,077$$

| <b>Tata Guna Lahan</b> | Vegetasi | Semak Belukar | Ladang-Kebun | Persawahan | Pemukiman | Jumlah | Eigenvektor |
|------------------------|----------|---------------|--------------|------------|-----------|--------|-------------|
| Vegetasi               | 0,0769   | 0,0714        | 0,0769       | 0,0845     | 0,0588    | 0,3686 | 0,0737      |
| Semak Belukar          | 0,1538   | 0,1429        | 0,1154       | 0,1408     | 0,2353    | 0,7882 | 0,1576      |
| Ladang-Kebun           | 0,2308   | 0,2857        | 0,2308       | 0,2113     | 0,2353    | 1,1938 | 0,2388      |
| Persawahan             | 0,3846   | 0,4286        | 0,4615       | 0,4225     | 0,3529    | 2,0502 | 0,4100      |
| Pemukiman              | 0,1538   | 0,0714        | 0,1154       | 0,1408     | 0,1176    | 0,5992 | 0,1198      |
| Jumlah kolom           | 1        | 1             | 1            | 1          | 1         | 5,0000 | 1,0000      |

- Menghitung kembali jumlah untuk setiap parameter uji setelah dilakukan uji kompetensi, berikut contoh untuk perhitungan kelas vegetasi

$$A = 1/n-1 + A_{12}/A_{12-n2} + A_{13}/A_{13-n3} + A_{1n}/A_{1n-nn}$$

$$A = 0,0769 + 0,0714 + 0,0769 + 0,0845 + 0,0588 = 0,3686$$

- Menghitung Eigen Vector hasil normalisasi dengan merata-ratakan penjumlahan tiap baris pada matriks di atas, berikut contoh perhitungan kelas vegetasi

$$\text{Eigen Vector} = \frac{1/n-1 + A_{12}/A_{12-n2} + A_{13}/A_{13-n3} + A_{1n}/A_{1n-nn}}{n}$$

$$\text{Eigen Vector} = \frac{0.3686}{5} = 0,0737$$

- Menghitung  $\lambda_{\text{maks}}$

$$\lambda_{\text{maks}} = \frac{0,0737 \times 13,00 + 0,1576 \times 7,00 + 0,2388 \times 4,33 + 0,4100 \times 2,37 + 0,1198 \times 8,5}{5}$$

$$= 5,017$$

- Menghitung Indeks Konsistensi

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maksimum}} - n}{n - 1} = \frac{5,017 - 5}{5 - 1} = 0,00425$$

- Menetapkan nilai Indeks Random (IR)

Penetapan nilai indeks random berdasarkan jumlah n yang telah ditentukan sebelumnya. Pada penelitian ini diketahui jumlah n sebanyak 5 untuk tata guna lahan adalah 1,12

- Menghitung nilai Cosistency Ration (CR)

$$CR = \frac{CI}{IR} = \frac{0,00425}{1,12} = 0.00379$$

Berikut merupakan pembobotan AHP di 4 parameter lainnya, yaitu kemiringan lereng, jenis tanah, dan kepadatan penduduk:

| <b>Kemiringan<br/>Lereng<br/>Tanah</b> | <b>&gt;15%</b> | <b>7-15%</b> | <b>2-7%</b> | <b>0-2%</b> |
|----------------------------------------|----------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>&gt;15%</b>                         | 1,00           | 0,50         | 0,33        | 0,20        |
| <b>7-15%</b>                           | 2,00           | 1,00         | 0,50        | 0,33        |
| <b>2-7%</b>                            | 3,00           | 2,00         | 1,00        | 0,50        |
| <b>0-2%</b>                            | 5,00           | 3,00         | 2,00        | 1,00        |
| <b>Jumlah<br/>kolom</b>                | 11,00          | 6,50         | 3,83        | 2,03        |

| <b>Kemiringan<br/>Lereng Tanah</b> | <b>&gt;15%</b> | <b>7-15%</b> | <b>2-7%</b> | <b>0-2%</b> | <b>Jumlah<br/>baris</b> | <b>Eigenvektor</b> |
|------------------------------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-------------------------|--------------------|
| <b>&gt;15%</b>                     | 0,0909         | 0,0769       | 0,0870      | 0,0984      | 0,3531                  | 0,0883             |
| <b>7-15%</b>                       | 0,1818         | 0,1538       | 0,1304      | 0,1639      | 0,6300                  | 0,1575             |
| <b>2-7%</b>                        | 0,2727         | 0,3077       | 0,2609      | 0,2459      | 1,0872                  | 0,2718             |
| <b>0-2%</b>                        | 0,4545         | 0,4615       | 0,5217      | 0,4918      | 1,9296                  | 0,4824             |
| <b>Jumlah NWR</b>                  | 1              | 1            | 1           | 1           | 1                       | 1                  |

| <b>Jenis Tanah</b>     | Pasir | Pasir Berlempung | Lempung Berpasir | Lempung Berpasir Halus | Lempung |
|------------------------|-------|------------------|------------------|------------------------|---------|
| Pasir                  | 1,00  | 2,00             | 2,00             | 3,00                   | 4,00    |
| Pasir Berlempung       | 0,50  | 1,00             | 2,00             | 2,00                   | 3,00    |
| Lempung Berpasir       | 0,50  | 0,50             | 1,00             | 1,00                   | 2,00    |
| Lempung Berpasir Halus | 0,33  | 0,50             | 1,00             | 1,00                   | 2,00    |
| Lempung                | 0,25  | 0,33             | 0,50             | 0,50                   | 1,00    |
| <b>Jumlah kolom</b>    | 2,78  | 4,58             | 9,50             | 8,00                   | 13,00   |

| <b>Jenis Tanah</b>     | Pasir  | Pasir Berlempung | Lempung Berpasir | Lempung Berpasir Halus | Lempung | Jumlah | Eigenvektor |
|------------------------|--------|------------------|------------------|------------------------|---------|--------|-------------|
| Pasir                  | 0,0769 | 0,0714           | 0,0769           | 0,0845                 | 0,0588  | 0,3686 | 0,0737      |
| Pasir Berlempung       | 0,1538 | 0,1429           | 0,1154           | 0,1408                 | 0,2353  | 0,7882 | 0,1576      |
| Lempung Berpasir       | 0,2308 | 0,2857           | 0,2308           | 0,2113                 | 0,2353  | 1,1938 | 0,2388      |
| Lempung Berpasir Halus | 0,3846 | 0,4286           | 0,4615           | 0,4225                 | 0,3529  | 2,0502 | 0,4100      |
| Lempung                | 0,1538 | 0,0714           | 0,1154           | 0,1408                 | 0,1176  | 0,5992 | 0,1198      |
| <b>Jumlah kolom</b>    | 1      | 1                | 1                | 1                      | 1       | 5,0000 | 1,0000      |

| <b>Kerapatan Bangunan</b> | Sangat Tinggi | Tinggi | Cukup Tinggi | Sedang | Rendah | Sangat Rendah | Jumlah | Eigenvektor |
|---------------------------|---------------|--------|--------------|--------|--------|---------------|--------|-------------|
| Sangat Tinggi             | 0,3593        | 0,4364 | 0,2105       | 0,3750 | 0,3077 | 0,3750        | 2,0639 | 0,3440      |
| Tinggi                    | 0,1796        | 0,2182 | 0,2105       | 0,2500 | 0,2308 | 0,3000        | 1,3891 | 0,2315      |
| Cukup Tinggi              | 0,1796        | 0,1091 | 0,1053       | 0,1250 | 0,1538 | 0,0250        | 0,6978 | 0,1163      |
| Sedang                    | 0,1198        | 0,1091 | 0,1053       | 0,1250 | 0,1538 | 0,1500        | 0,7630 | 0,1272      |
| Rendah                    | 0,0898        | 0,0727 | 0,0526       | 0,0625 | 0,0769 | 0,0750        | 0,4296 | 0,0716      |
| Sangat Rendah             | 0,0719        | 0,0545 | 0,3158       | 0,0625 | 0,0769 | 0,0750        | 0,6566 | 0,1094      |
| Jumlah NWR                | 1             | 1      | 1            | 1      | 1      | 1             | 6,0000 | 1,0000      |

| <b>Kepadatan Penduduk</b> | Sangat Padat | Padat | Cukup Padat | Kurang Padat |
|---------------------------|--------------|-------|-------------|--------------|
| Sangat Padat              | 1,00         | 0,50  | 0,33        | 0,20         |
| Padat                     | 2,00         | 1,00  | 0,50        | 0,33         |
| Cukup Padat               | 3,00         | 2,00  | 1,00        | 0,50         |
| Kurang Padat              | 5,00         | 3,00  | 2,00        | 1,00         |
| <b>Jumlah kolom</b>       | 11,00        | 6,50  | 3,83        | 2,03         |

| <b>Kepadatan Penduduk</b> | Sangat Padat | Padat  | Cukup Padat | Kurang Padat | Jumlah | Eigenvektor |
|---------------------------|--------------|--------|-------------|--------------|--------|-------------|
| Sangat Padat              | 0,0909       | 0,0769 | 0,0870      | 0,0984       | 0,3531 | 0,0883      |
| Padat                     | 0,1818       | 0,1538 | 0,1304      | 0,1639       | 0,6300 | 0,1575      |
| Cukup Padat               | 0,2727       | 0,3077 | 0,2609      | 0,2459       | 1,0872 | 0,2718      |
| Kurang Padat              | 0,4545       | 0,4615 | 0,5217      | 0,4918       | 1,9296 | 0,4824      |
| <b>Jumlah kolom</b>       | 1            | 1      | 1           | 1            | 4,0000 | 1,0000      |

## Lampiran 6 Kelas Kesesuaian Konservasi Air

| No     | Desa          | Kelas Kesesuain | Luas (Ha) | Persen Luasan (%) |
|--------|---------------|-----------------|-----------|-------------------|
| 1      | Baciro        | Sangat Sesuai   | 24,13     | 73,27             |
|        |               | Cukup Sesuai    | 2,95      | 8,95              |
|        |               | Kurang Sesuai   | 4,06      | 12,34             |
|        |               | Tidak Sesuai    | 1,79      | 5,44              |
| Jumlah |               |                 | 32,93     | 100,00            |
| 2      | Banguntapan   | Sangat Sesuai   | 92,49     | 64,16             |
|        |               | Cukup Sesuai    | 15,18     | 10,53             |
|        |               | Kurang Sesuai   | 23,09     | 16,02             |
|        |               | Tidak Sesuai    | 13,38     | 9,28              |
| Jumlah |               |                 | 144,14    | 100,00            |
| 3      | Catur Tunggal | Sangat Sesuai   | 37,86     | 69,88             |
|        |               | Cukup Sesuai    | 3,00      | 5,54              |
|        |               | Kurang Sesuai   | 6,05      | 11,17             |
|        |               | Tidak Sesuai    | 7,26      | 13,41             |
| Jumlah |               |                 | 54,18     | 100,00            |
| 4      | Demangan      | Sangat Sesuai   | 28,88     | 87,21             |
|        |               | Cukup Sesuai    | 1,52      | 4,59              |
|        |               | Kurang Sesuai   | 2,71      | 8,18              |
|        |               | Tidak Sesuai    | 0,01      | 0,02              |
| Jumlah |               |                 | 33,12     | 100,00            |
| 5      | Giwangan      | Sangat Sesuai   | 34,51     | 70,12             |
|        |               | Cukup Sesuai    | 2,80      | 5,68              |
|        |               | Kurang Sesuai   | 7,18      | 14,59             |
|        |               | Tidak Sesuai    | 4,73      | 9,61              |
| Jumlah |               |                 | 49,22     | 100,00            |
| 6      | Jagalan       | Sangat Sesuai   | 21,98     | 82,75             |
|        |               | Cukup Sesuai    | 1,11      | 4,17              |
|        |               | Kurang Sesuai   | 2,66      | 10,03             |
|        |               | Tidak Sesuai    | 0,81      | 3,05              |
| Jumlah |               |                 | 26,56     | 100,00            |
| 7      | Muja-muju     | Sangat Sesuai   | 103,13    | 68,40             |
|        |               | Cukup Sesuai    | 13,05     | 8,65              |
|        |               | Kurang Sesuai   | 18,97     | 12,58             |

| No     | Desa         | Kelas Kesesuaian | Luas (Ha) | Persen Luasan (%) |
|--------|--------------|------------------|-----------|-------------------|
|        |              | Tidak Sesuai     | 15,62     | 10,36             |
| Jumlah |              |                  | 150,77    | 100,00            |
| 8      | Pandeyan     | Sangat Sesuai    | 43,72     | 72,28             |
|        |              | Cukup Sesuai     | 5,09      | 8,42              |
|        |              | Kurang Sesuai    | 7,21      | 11,93             |
|        |              | Tidak Sesuai     | 4,46      | 7,37              |
| Jumlah |              |                  | 60,49     | 100,00            |
| 9      | Prenggan     | Sangat Sesuai    | 76,77     | 75,63             |
|        |              | Cukup Sesuai     | 6,48      | 6,38              |
|        |              | Kurang Sesuai    | 11,50     | 11,33             |
|        |              | Tidak Sesuai     | 6,76      | 6,66              |
| Jumlah |              |                  | 101,51    | 100,00            |
| 10     | Purbayan     | Sangat Sesuai    | 49,82     | 80,30             |
|        |              | Cukup Sesuai     | 2,47      | 3,98              |
|        |              | Kurang Sesuai    | 8,20      | 13,22             |
|        |              | Tidak Sesuai     | 1,55      | 2,50              |
| Jumlah |              |                  | 62,05     | 100,00            |
| 11     | Rejowinangun | Sangat Sesuai    | 83,94     | 70,10             |
|        |              | Cukup Sesuai     | 10,15     | 8,48              |
|        |              | Kurang Sesuai    | 17,28     | 14,43             |
|        |              | Tidak Sesuai     | 8,37      | 6,99              |
| Jumlah |              |                  | 119,74    | 100,00            |
| 12     | Singosaren   | Sangat Sesuai    | 29,74     | 63,96             |
|        |              | Cukup Sesuai     | 3,01      | 6,48              |
|        |              | Kurang Sesuai    | 8,07      | 17,35             |
|        |              | Tidak Sesuai     | 5,68      | 12,22             |
| Jumlah |              |                  | 46,50     | 100,00            |
| 13     | Tamanan      | Sangat Sesuai    | 1,21      | 34,97             |
|        |              | Cukup Sesuai     | 0,13      | 3,63              |
|        |              | Kurang Sesuai    | 0,63      | 18,05             |
|        |              | Tidak Sesuai     | 1,50      | 43,35             |
| Jumlah |              |                  | 3,47      | 100,00            |
| 14     | Warungboto   | Sangat Sesuai    | 54,11     | 77,90             |
|        |              | Cukup Sesuai     | 5,15      | 7,41              |
|        |              | Kurang Sesuai    | 6,87      | 9,89              |

| No     | Desa | Kelas Kesesuaian | Luas (Ha) | Persen Luasan (%) |
|--------|------|------------------|-----------|-------------------|
|        |      | Tidak Sesuai     | 3,34      | 4,80              |
| Jumlah |      |                  | 69,46     | 100,00            |

## Lampiran 7 Penentuan Jumlah Lubang Resapan Biopori

$$n = \frac{I \times L}{v}$$

Keterangan:

n: Jumlah Lubang Resapan Biopori

I: Intensitas hujan terbesar dalam 10 tahun (mm/jam)

L: Luas bidang kedap air (m<sup>2</sup>)

v: Laju peresapan air rata-rata per lubang (liter /detik)

I = 2822,87 mm/tahun (Yosi, 2017)

= 0,32 mm/jam

= 8,95 x 10<sup>-5</sup> mm/detik

L= 754,37 x 10<sup>6</sup> m<sup>2</sup> (Luas yang sesuai untuk konservasi air)

v= 0,0839 liter/detik (Hafizh, 2014)

$$n = \frac{8,95 \times 10^{-8} \times 754,37 \times 10^8}{0,0839 \text{ dm}^3/\text{s}}$$

n = 80.482,475 ~ 80.482 lubang biopori

## Lampiran 8 Peta Sebaran Sampel di Lokasi Penelitian

