

TUGAS AKHIR
ANALISIS KUALITAS AIR TANAH TERHADAP
KEBERADAAN IPAL KOMUNAL DENGAN
METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTING* (IDW)
KECAMATAN DEPOK DAN MLATI, YOGYAKARTA

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



Shellia Enri Rafsanjani

17513101

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

2021

TUGAS AKHIR
ANALISIS KUALITAS AIR TANAH TERHADAP
KEBERADAAN IPAL KOMUNAL DENGAN
METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTING* (IDW)
KECAMATAN DEPOK DAN MLATI, YOGYAKARTA

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



Shellia Enri Rafsanjani

17513101

Disetujui:

Pembimbing 1

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T

NIK. 155131313

Tanggal:

Pembimbing 2

Adelia Anli Asmara, S.T., M.Eng.

NIK. 195130101

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswovo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 27 Juli 2021

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KUALITAS AIR TANAH TERHADAP
KEBERADAAN IPAL KOMUNAL DENGAN
METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTING* (IDW)
DI KECAMATAN DEPOK DAN MLATI, YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin
Tanggal : 26 Juli 2021

Disusun Oleh:

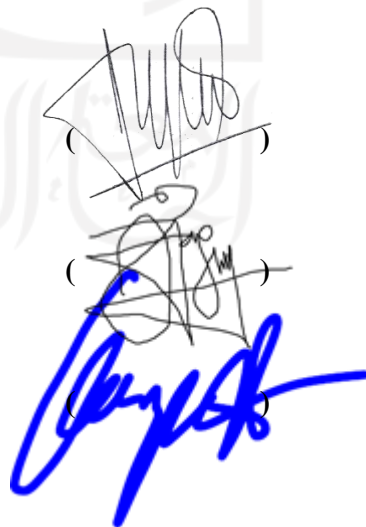
**Shellia Enri Rafsanjani
17513101**

Tim Penguji :

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.



()
()
()

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, 9 Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



Shellia Enri Rafsanjani

NIM: 17513101

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan dengan berjudul “Analisis Kualitas Air Tanah Terhadap Keberadaan IPAL Komunal Dengan Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) Di Kecamatan Depok dan Mlati, Yogyakarta” yang dilaksanakan sejak Desember 2020. Tujuan dari penyusunan laporan tugas akhir ini adalah suatu syarat akademik untuk mendapatkan gelar Strata Satu (S1) dari Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penulis turut mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak yang membantu dalam menyelesaikan laporan ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang memberikan kemampuan pada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan ini
2. Ayah saya Bahpari., M.Pd dan Ibu saya Endang Pusporini, M.Pd yang selalu memberikan doa dan *support* terbaiknya selama menjalankan masa studi
3. Bapak Eko Siswoyo, ST., M.Sc. ES., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
4. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang sangat sabar membimbing dan memberikan arahan dalam penelitian dan penyusunan laporan.
5. Ibu Adelia Anju Asmara., S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang turut membimbing penulis dan membantu dalam memperbaiki kekurangan dalam penyusunan laporan.
6. Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dalam tim yang membimbing dan memberikan arahan dalam penyelesaian tugas akhir.
7. Falin Diah E. dan Anisa Sarah F. sebagai teman saksi dalam perjalanan selama berkuliah dan memberikan *support* baik selama hampir 4 tahun.
8. Rekan-rekan Tugas Akhir Amanda Putri dan Raudatul Jannah yang berjuang bersama dalam tim.

9. Segenap keluarga besar Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang baik hati

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, 9 Juli 2021

Shellia Enri Rafsanjani





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Shellia Enri Rafsanjani. “ANALISIS KUALITAS AIR TANAH TERHADAP KEBERADAAN IPAL KOMUNAL DENGAN METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTING* (IDW) DI KECAMATAN DEPOK DAN MLATI, YOGYAKARTA”.

Dibimbing oleh Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T dan Adelia Anju Asmara., S.T., M.Eng.

Air merupakan elemen yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Kebutuhan pemanfaatan air tanah di Kabupaten Sleman termasuk tinggi dimana terus meningkat dari tahun ke tahun. Tingginya pemakaian air tanah disebabkan oleh perkembangan wilayah yang terus meningkat seiring dengan aktivitas masyarakat, hal tersebut berpengaruh pada jumlah buangan limbah domestik yang merupakan salah satu sumber pencemar pada air tanah. Menurut Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) upaya Kabupaten Sleman untuk menghindari pencemaran air tanah pada sumber air bersih dengan dilakukan pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal dan kegiatan *monitoring* kualitas air tanah dengan sumur pantau. Manfaat penelitian ini dengan demikian dapat diperoleh data pendukung guna melakukan *monitoring* dan evaluasi sebagai upaya mengendalikan pencemaran air tanah serta melihat bagaimana keadaan kualitas air tanah (Nitrit, Nitrat, dan Total *Coliform*) setelah pembangunan IPAL Komunal akankah menyelesaikan pencemaran air tanah atau menimbulkan sumber pencemaran baru. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Depok dan Mlati, Yogyakarta dengan menggunakan *clustering area* untuk mempermudah pengolahan data. Metode penelitian dilakukan dengan analisis spasial menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) pada kualitas air tanah dan analisis deskriptif dengan faktor-faktor yang berhubungan pada kualitas air tanah antara lain jenis tanah, arah aliran air tanah, dan penggunaan lahan (*land use*). Hasil penelitian menunjukkan persebaran kualitas air tanah terhadap keberadaan IPAL Komunal tidak secara langsung memiliki hubungan dilihat dari pola persebaran kualitas air tanah yang cenderung mengalami peningkatan dimana dengan adanya keberadaan IPAL Komunal maka nilai parameternya menurun, selain itu terdapat faktor lain baik internal maupun eksternal yang mempengaruhi kualitas air tanahnya.

Kata Kunci: *Clustering area*, *Inverse Distance Weighting* (IDW), IPAL Komunal, Kualitas Air tanah

ABSTRACT

Shellia Enri Rafsanjani. *“ANALYSIS OF GROUNDWATER QUALITY ON THE EXISTENCE OF COMMUNAL WASTEWATER TREATMENT PLANT (WWTP) BY INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW) METHOD IN DEPOK AND MLATI SUBDISTRICTS, YOGYAKARTA”*. Supervised by Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T and Adelia Anju Asmara., S.T., M.Eng.

Water is a very important element for human life. The need for groundwater benefit in Sleman regency is high which continues to increase from year to year. The high use of groundwater is caused by the development of the region that continues to increase in line with community activities, it affects the amount of domestic waste disposal which is one of the sources of pollutants in groundwater. According to the Regional Environmental Management Performance Information Document (DIKPLHD) Sleman District efforts to avoid groundwater pollution in clean water sources with the construction of Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) and groundwater quality monitoring activities with monitoring wells. The benefits of this research can thus be obtained supporting data to conduct monitoring and evaluation as an effort to control groundwater pollution and see how the state of groundwater quality (Nitrite, Nitrate, and Total Coliform) after the construction of Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) will solve groundwater pollution or create a new source of pollution. The research location is in Depok and Mlati subdistricts, Yogyakarta by using clustering areas to facilitate data processing. The research method was conducted by spatial analysis using interpolation method inverse distance weighting (IDW) on groundwater quality and descriptive analysis with factors related to groundwater quality, among others soil type, groundwater flow direction, and land use. The results showed the pattern of distribution of groundwater quality to the existence of Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) doesn't directly have a relationship seen from the pattern of distribution of groundwater quality that tends to increase whereby with the existence of Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) the value of parameters decreases, in addition there are other factors that are internal and external factors that affect the quality of groundwater.

Keywords: Clustering area, Inverse Distance Weighting (IDW), Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP), Groundwater Quality

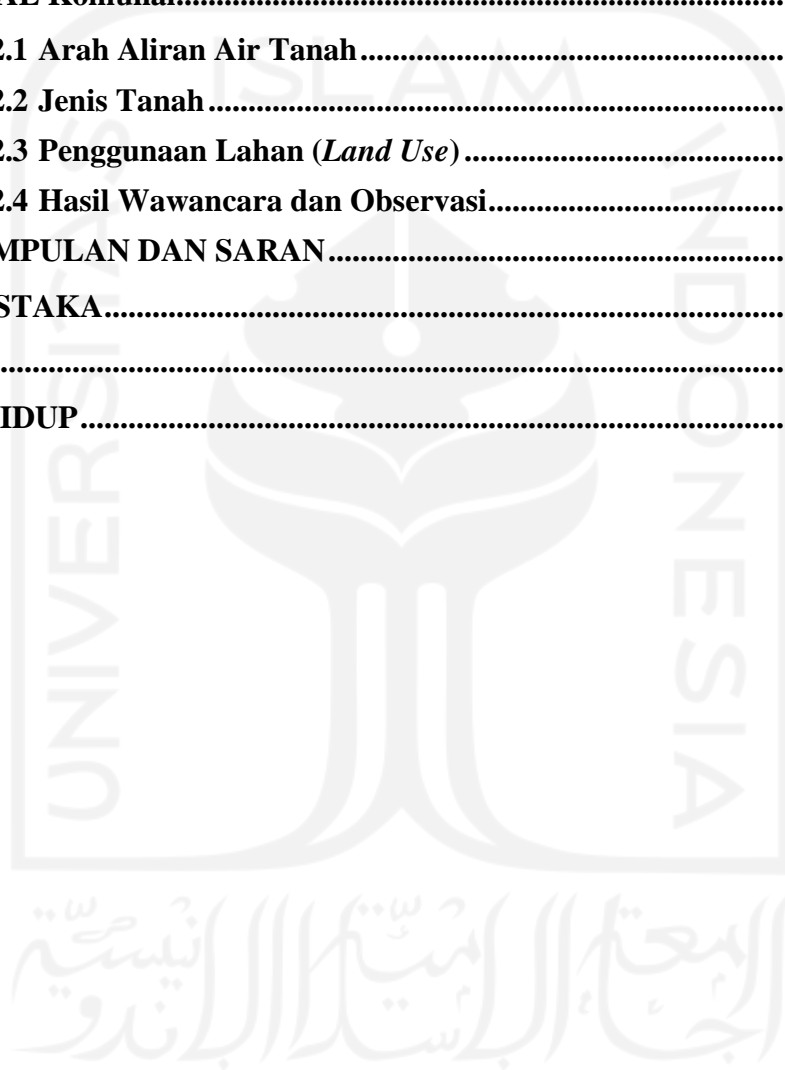


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Asumsi Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Tanah	5
2.2 Kualitas Air Tanah	6
2.3 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal	7
2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)	8
2.5 Penelitian Sebelumnya	10
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	14
3.2 Alat	14
3.3 Prosedur Analisis Data	15
3.3.1 Tahapan Alir Penelitian	15
3.3.2 Pengumpulan Data	16
3.4 Pengolahan Analisis Data	17
3.4.1 Analisis Data Penentuan Wilayah Studi	18
3.4.2 Analisis Data Kualitas Air Tanah	19
3.4.3 Analisis Data Hasil Survei	21
3.4.4 Analisis Data Pendukung	23
3.5 Metode Analisis Data	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Pola Persebaran Kualitas Air Tanah berdasarkan Keberadaan IPAL Komunal	26
4.1.1 Cluster 1	28
4.1.2 Cluster 2	34
4.1.3 Perbandingan Cluster 1 dan Cluster 2.....	40
4.2 Faktor-Faktor yang berhubungan dengan Sebaran Kualitas Air Tanah Sekitar IPAL Komunal.....	42
4.2.1 Arah Aliran Air Tanah.....	42
4.2.2 Jenis Tanah	44
4.2.3 Penggunaan Lahan (<i>Land Use</i>)	45
4.2.4 Hasil Wawancara dan Observasi.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN	66
RIWAYAT HIDUP.....	94





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Baku mutu kualitas air	6
Table 2.2 Penelitian sebelumnya	10
Tabel 4.1 <i>Cluster</i> berdasarkan IPAL Komunal	24
Tabel 4.2 Jumlah titik sumur tiap <i>Cluster</i>	24
Tabel 4.3 Nilai parameter <i>Cluster</i> 1	26
Tabel 4.4 Nilai parameter <i>Cluster</i> 2	32
Tabel 4.5 Skoring status fungsi IPAL	45
Tabel 4.6 <i>Scoring</i> IPAL <i>Cluster</i> 1	45
Tabel 4.7 <i>Scoring</i> IPAL <i>Cluster</i> 2	47
Tabel 4.8 Hasil Survei Sumur Pantau <i>Cluster</i> 1	49
Tabel 4.9 Hasil Survei Sumur Pantau <i>Cluster</i> 2	50

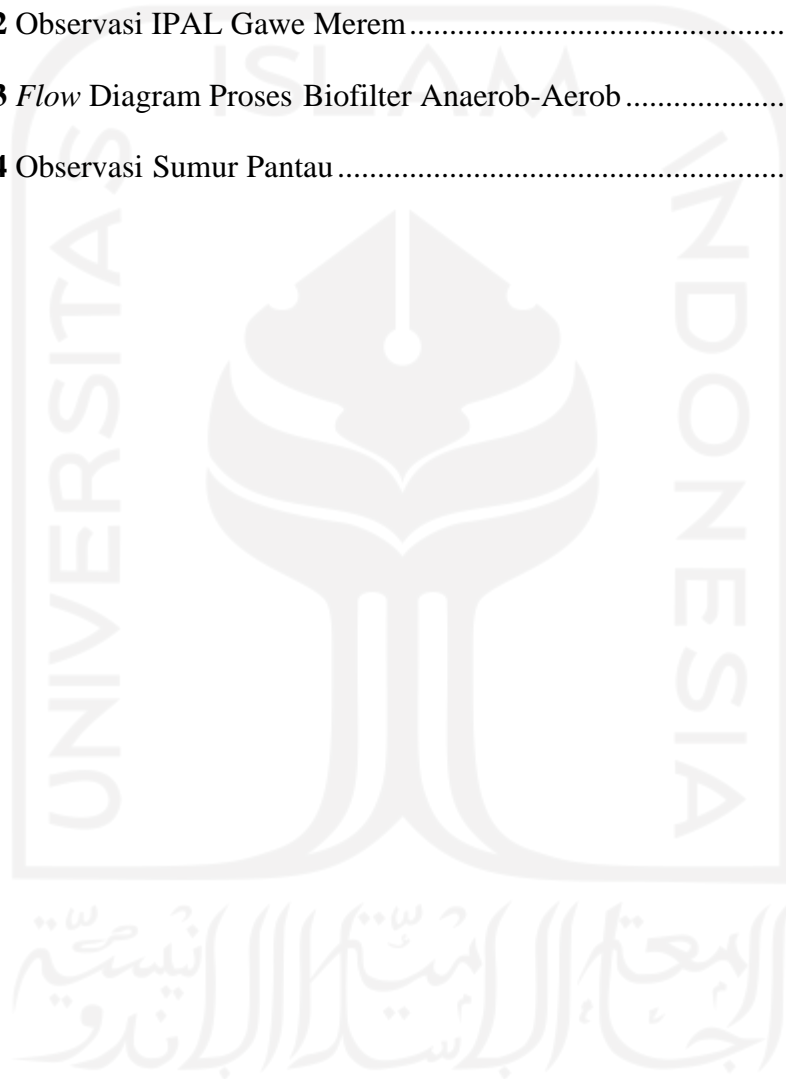


الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian...	13
Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Penentuan Wilayah Studi	16
Gambar 3.3 Diagram alir analisis kualitas air tanah... ..	17
Gambar 3.4 Diagram alir analisis kualitas air tanah... ..	19
Gambar 3.5 Diagram alir analisis kualitas air tanah... ..	20
Gambar 3.6 Diagram alir analisis penggunaan lahan... ..	21
Gambar 3.7 Diagram alir analisis arah aliran air tanah.....	22
Gambar 4.1 Peta <i>Clustering</i>	25
Gambar 4.2 Nitrit <i>Cluster 1</i>	27
Gambar 4.3 Luas wilayah IDW Nitrit <i>Cluster 1</i>	28
Gambar 4.4 Nitrat <i>Cluster 1</i>	29
Gambar 4.5 Luas wilayah IDW Nitrat <i>Cluster 1</i>	30
Gambar 4.6 Total Coliform <i>Cluster 1</i>	31
Gambar 4.7 Luas wilayah IDW Total <i>coliform Cluster 1</i>	32
Gambar 4.8 Nitrit <i>cluster 2</i>	33
Gambar 4.9 Luas wilayah IDW Nitrit <i>Cluster 2</i>	34
Gambar 4.10 Nitrat <i>cluster 2</i>	35
Gambar 4.11 Luas wilayah IDW Nitrat <i>Cluster 2</i>	36
Gambar 4.12 Total <i>Coliform cluster 2</i>	37
Gambar 4.13 Arah aliran <i>Cluster 1</i>	40
Gambar 4.14 Arah aliran <i>Cluster 2</i>	41
Gambar 4.15 <i>Land use Cluster 1</i>	42
Gambar 4.16 <i>Land use Cluster 2</i>	43

Gambar 4.17 Grafik <i>Land use Cluster 1</i>	44
Gambar 4.18 Grafik <i>Land use Cluster 2</i>	44
Gambar 4.19 Observasi IPAL Setya Bakti	46
Gambar 4.20 Observasi IPAL Guyup Rukun	47
Gambar 4.21 Observasi IPAL Sengkan Sehat	48
Gambar 4.22 Observasi IPAL Gawe Merem	49
Gambar 4.23 <i>Flow Diagram</i> Proses Biofilter Anaerob-Aerob	53
Gambar 4.24 Observasi Sumur Pantau	54





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi sumur pantau dan IPAL dan hasil kualitas air tanah.....	63
Lampiran 2. Dokumentasi Observasi dan wawancara.....	66
Lampiran 3. Peta Pemantauan <i>Clustering</i>	67
Lampiran 4. Peta Nitrit 2016 <i>Cluster 1</i>	67
Lampiran 5. Peta Nitrit 2017 <i>Cluster 1</i>	68
Lampiran 6. Peta Nitrit 2018 <i>Cluster 1</i>	68
Lampiran 7. Peta Nitrit 2019 <i>Cluster 1</i>	69
Lampiran 8. Peta Nitrat 2016 <i>Cluster 1</i>	69
Lampiran 9. Peta Nitrat 2017 <i>Cluster 1</i>	70
Lampiran 10. Peta Total Coliform 2016 <i>Cluster 1</i>	70
Lampiran 11. Peta Total Coliform 2018 <i>Cluster 1</i>	71
Lampiran 12. Peta Total Coliform 2019 <i>Cluster 1</i>	71
Lampiran 13. Peta Nitrit 2017 <i>Cluster 2</i>	72
Lampiran 14. Peta Nitrit 2018 <i>Cluster 2</i>	72
Lampiran 15. Peta Nitrit 2019 <i>Cluster 2</i>	73
Lampiran 16. Peta Nitrat 2017 <i>Cluster 2</i>	73
Lampiran 17. Peta Total Coliform 2017 <i>Cluster 2</i>	74
Lampiran 18. Peta Total Coliform 2018 <i>Cluster 2</i>	74
Lampiran 19. Peta Total Coliform 2019 <i>Cluster 2</i>	75
Lampiran 20. Peta Arah Aliran Air Tanah <i>Cluster 1</i> dan <i>Cluster 2</i>	75
Lampiran 21. Peta Penggunaan Lahan (<i>Land use</i>) <i>Cluster 1</i>	76
Lampiran 22. Peta Penggunaan Lahan (<i>Land use</i>) <i>Cluster 2</i>	76
Lampiran 23. Formulir Wawancara IPAL.....	77



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan elemen yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Pemanfaatan air tanah untuk kebutuhan domestik di Kabupaten Sleman termasuk tinggi dimana terus meningkat dari tahun ke tahun. Menurut data SLHD Kabupaten Sleman terjadi peningkatan jumlah penggunaan air sumur (tanah) dari tahun 2016 hingga 2019 yang mencapai 92,86%. Tingkat pemakaian air tanah yang tinggi disebabkan karena perkembangan wilayah Kabupaten Sleman yang terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2020 laju pertumbuhan penduduk di wilayah Kabupaten Sleman mencapai 1,22% dengan jumlah penduduk terbanyak yaitu 1.219.640 jiwa. Meningkatnya aktivitas masyarakat dapat berpengaruh pada jumlah buangan yaitu limbah domestik dimana limbah cair domestik masih menjadi permasalahan lingkungan yang penting untuk diperhatikan sebab limbah merupakan salah satu sumber pencemaran pada air permukaan dan air tanah.

Menurut Permen LHK No.68 tahun 2016 air limbah domestik merupakan air buangan yang dihasilkan dari berbagai kegiatan rumah tangga dan industri. Limbah cair atau air buangan pada umumnya mengandung bahan atau zat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Apabila air limbah mengandung bahan pencemar dengan konsentrasi yang cukup tinggi lalu mengalir ke lingkungan dapat mengakibatkan pencemaran pada sumber daya air, salah satunya air tanah. Hal ini dapat mempengaruhi pemakaian air tanah untuk kehidupan sehari-hari.

Dampak meningkatnya jumlah buangan limbah dengan sistem pembuangan limbah yang belum semuanya dilengkapi sanitasi yang baik dapat menyebabkan air tanah mudah tercemar. Menurut Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman tahun 2016, upaya Kabupaten Sleman untuk menghindari pencemaran air tanah pada sumber air bersih dengan dilakukannya pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di beberapa daerah tertentu melalui kegiatan pembangunan Sanitasi Lingkungan Berbasis Masyarakat (SLBM) dan kegiatan *monitoring* kualitas air tanah menggunakan sumur pantau yang

dilakukan pada tiap tahunnya berada di sekitar area permukiman warga dan area sekitar IPAL Komunal. Didapatkan pada data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman, pembangunan IPAL Komunal sampai akhir tahun 2019 terdapat 138 lokasi dengan 3728 Sambungan Rumah (SR) yang tersebar di beberapa Kecamatan di Kabupaten Sleman.

Berdasarkan pemaparan tersebut untuk mengetahui bagaimana persebaran kualitas air tanah pada sumur pantau terhadap keberadaan IPAL Komunal dilakukan analisis pemetaan untuk menunjukkan persebaran data kualitas air tanah dengan menggunakan metode interpolasi yang berhubungan antara jarak atau letak ruang dengan adanya suatu penambahan titik data sekitar. Terdapat beberapa metode interpolasi seperti *Spline*, *Kriging*, dan *Inverse Distance Weighting* (IDW) yang memberikan hasil interpolasi berbeda-beda dengan beberapa kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Dalam penelitian ini digunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) karena jumlah persebaran data yang didapatkan minimalis yaitu 29 data.

Pada uraian di atas, penulis ingin mengetahui bagaimana keadaan kualitas air tanah terhadap keberadaan IPAL Komunal dengan melihat persebaran data menggunakan analisis spasial dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW). Dengan demikian dapat diperoleh data pendukung guna melakukan *monitoring* dan evaluasi sebagai upaya mengendalikan pencemaran air tanah serta melihat bagaimana keadaan kualitas air tanah setelah pembangunan IPAL Komunal akankah menyelesaikan pencemaran air tanah atau menimbulkan sumber pencemaran baru.

1.2 Perumusan Masalah

Adanya pengaruh keberadaan IPAL Komunal terhadap persebaran kualitas air tanah di Kecamatan Depok dan Mlati.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi pola persebaran kualitas air tanah terhadap keberadaan IPAL Komunal
2. Mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan sebaran kualitas air tanah di sekitar IPAL Komunal

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, sebagai berikut :

A. Bagi Mahasiswa

1. Menambah pengetahuan dan wawasan dalam bidang sanitasi khususnya tentang kualitas, sarana dan pengaruhnya terhadap lingkungan
2. Menerapkan ilmu yang diterima pada saat perkuliahan mengenai kualitas air tanah secara langsung pada kondisi rill di lapangan

B. Bagi Masyarakat

1. Memberikan informasi mengenai kualitas air tanah yang digunakan di sekitar Kawasan IPAL.
2. Menciptakan hubungan baik antara masyarakat dengan mahasiswa atau Intansi Perguruan Tinggi

C. Bagi Instansi Pemerintahan

1. Menyediakan data bagi pemerintah daerah atau instansi terkait dengan kondisi air tanah dalam pemanfaatan sumber air bersih.
2. Memberikan pertimbangan dalam mengambil kebijakan ataupun keputusan terkait kualitas air tanah.
3. Memberikan masukan terkait pengambilan data yang digunakan.

1.5 Asumsi Penelitian

Dalam asumsi penelitian ini yaitu dengan pembangunan IPAL Komunal maka kualitas air tanah di sekitar Kawasan IPAL dapat memenuhi baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416 Tahun 1990 mengenai syarat dan pengawasan kualitas air.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian dilakukan pada area sumur pantau di Kawasan IPAL Komunal yang berada di Kecamatan Depok dan Mlati, D.I Yogyakarta.
2. Sumber data yang digunakan untuk pemilihan titik sumur pantau, IPAL dan kualitas air tanah pada sumur pantau yaitu Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman tahun 2011-2019.

3. Lokasi sumur pantau berjumlah 29 titik lokasi dengan pembagian 2 cluster berdasarkan metode *cluster sampling* dengan teknik *multiple stage cluster sampling* yang dilakukan berdasarkan sumber data dan letak geografis dengan jumlah IPAL Komunal masing-masing 2 pada setiap *cluster*.
4. Data kualitas air tanah dengan 3 parameter meliputi parameter Nitrit, Nitrat dan Total *Coliform*. Pemilihan 3 parameter ini dilakukan karena pada data kualitas air tanah cenderung mengalami perubahan yang signifikan dibandingkan dengan parameter lainnya.
5. Baku mutu kualitas air tanah pada parameter parameter Nitrit, Nitrat dan Total *Coliform* yaitu Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air
6. Data yang digunakan sebagai analisis pendukung yaitu antara lain penggunaan lahan (*land use*), arah aliran air tanah, dan jenis tanah
7. Analisis spasial data dilakukan menggunakan *software* Arc-Gis 10.6 dengan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW)
8. Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur dan pada data penunjang dilakukan observasi, kuisioner dan wawancara berdasarkan data DIKPLHD Kabupaten Sleman yaitu pada 4 responden IPAL Komunal dan 29 responden sumur pantau

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Tanah

Air tanah sebagai sumber daya alam mempunyai peranan penting dalam penyediaan kebutuhan air. Sampai saat ini air tanah masih menjadi sumber utama guna memenuhi kebutuhan air baku bagi masyarakat, baik untuk rumah tangga, air minum, irigasi, serta industri. Sumber air tanah berasal dari air hujan dan air permukaan yang meresap (*infiltration*) ke dalam tanah yang mula-mula ke zona tak jenuh (*zone of aeration*) dan kemudian meresap hingga ke zona jenuh air yang terkumpul dalam akuifer alam yang kemudian menjadi air tanah. Air yang berada dalam zona jenuh tadi dapat mengalir kembali ke permukaan tanah menjadi mata air dan dapat dialirkan ke permukaan menggunakan sumur gali, sumur bor dan lainnya.

Air tanah mengalir di bawah permukaan permukaan tanah dengan kecepatan beberapa millimeter sampai beberapa meter per hari, selama pengaliran tersebut terjadi kontak langsung dengan mineral penyusun batuan, seiring berjalannya waktu kontak dari hari sampai jutaan tahun maka terjadi proses kimia dan fisika. Dalam proses hidrogeokimia tersebut dipengaruhi oleh komposisi mineral penyusun akuifer yang mempunyai karakteristik berbeda-beda menyebabkan terjadinya pelarutan mineral sehingga terjadi perubahan komposisi kimia air tanah. Hal tersebut yang menyebabkan air tanah mengandung banyak mineral dan kandungan kimia lain yang dapat memberikan dampak positif maupun negatif terhadap kesehatan manusia. Selain pengaruh alamiah, kualitas air tanah dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang secara langsung memberikan kontribusi kandungan zat kimia tertentu di dalam tanah yang mengakibatkan kualitas air tanah terus berkembang, oleh karena itu kualitas air tanah sangatlah beragam di berbagai tempat (Hendrayana, 2013)

Air tanah diklasifikasikan yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air. Air tanah ditemukan pada akuifer yang pergerakannya lambat yang

menyebabkan air tanah sulit bila sudah terjadi pencemaran. Klasifikasi air tanah antara lain:

a. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal terbentuk karena adanya proses infiltrasi atau penyerapan air dari permukaan. Pada air tanah dangkal mengandung banyak zat atau unsur kimia karena selama penyerapan terjadi melewati lapisan tanah yang berfungsi sebagai penyaring atau filtrasi. Air tersebut akan terkumpul pada lapisan rapat air. Air ini disebut air tanah dangkal yang banyak dimanfaatkan masyarakat pada umumnya.

b. Air tanah dalam

Air tanah dalam adalah air yang ada di bawah lapisan kedap air atau aquifer pertama, pengambilan air tanah dalam ini menggunakan bor dengan memasukkan pipa ke kedalam tertentu biasanya 100-300 meter. Kualitas air tanah dalam ini umumnya lebih baik dari air tanah dangkal karena tidak bergantung pada kegiatan lingkungan di atasnya serta penyaringannya jauh lebih dalam.

Air tanah mengalir menuju tekanan yang lebih rendah yang berakhir menuju sungai ataupun laut. Pada daerah dengan elevasi tinggi disebut pula daerah tangkapan air (*recharge area*) yang merupakan bagian dari suatu daerah aliran dimana aliran air tanah menjauhi muka air tanah, sedangkan daerah dengan elevasi yang lebih rendah disebut daerah pelepasan (*discharger area*).

2.2 Kualitas Air Tanah

Kualitas air tanah umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia. Kompleksitas peningkatan penduduk tidak dapat terlepas dari buangan atau limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia yang menyebabkan peningkatan jumlah IPAL untuk mengatasi permasalahan sanitasi. Hal ini juga beriringan pada tingkat pemakaian air tanah, namun kondisi tersebut tidak diikuti dengan peningkatan pengelolaan lingkungan yang baik, hal ini menjadi dasar sumber pencemar terhadap air tanah.

Pada kualitas air tanah dalam penelitian ini dilakukan pada 3 parameter yaitu Nitrit, Nitrat, dan Total Coliform. Dimana nitrit merupakan indikator dari pencemar yang telah terjadi untuk waktu yang relatif lama dan sifatnya yang sangat toksik bagi makhluk hidup, pada parameter nitrat merupakan indikator dari kontaminasi limbah organik manusia, sementara itu pada parameter total coliform yang merupakan indikator uji kualitas bakteriologis yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Pada kualitas air terdapat standar baku mutu yang digunakan untuk menentukan batas atau kadar zat yang diperbolehkan guna mengetahui dan mengendalikan kondisi kualitas air. Dalam hal ini digunakan standar baku mutu dalam melihat kualitas air tanah yang ada dengan membandingkannya pada peraturan yang ada. Berikut beberapa persyaratan parameter dan baku mutu kualitas air:

Table 2.1 Baku mutu kualitas air menurut Permenkes No.416 Tahun 1990

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
KIMIA		
Nitrat (NO ₃)	mg/L	10
Nitrit (NO ₂)	mg/L	1
MIKROBIOLOGI		
Total <i>Coliform</i>	MPN/100 ml	0

2.3 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan sistem pengolahan untuk memproses air limbah domestik yang dilakukan secara komunal untuk memenuhi standar baku mutu agar aman apabila dibuang ke luar atau lingkungan. Sistem ini diterapkan untuk penanganan air limbah yang tidak memungkinkan untuk dilakukan secara individual.

Dalam buku Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Skala Permukiman, Kementerian PUPR tahun 2016, penyelenggaraan sistem pengelolaan air limbah domestik bertujuan untuk meningkatkan akses pelayanan air limbah domestik yang ramah lingkungan sehingga tercapai peningkatan kualitas kehidupan masyarakat

dan lingkungan yang baik dan sehat. Prinsip kerja sistem air limbah pada skala permukiman dapat menampung air limbah yang berasal dari kamar mandi, tempat cuci, dan dapur yang dialirkan melauai pipa ke bak kontrol, dari bak kontrol inilah air limbah dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Menurut data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman, pembangunan IPAL Komunal sampai akhir tahun 2019 terdapat 138 lokasi dengan 3728 Sambungan Rumah (SR) yang tersebar di beberapa Kecamatan di Kabupaten Sleman. Pembangunan IPAL terus dilakukan karena semakin meningkat pula limbah domestik akibat aktivitas masyarakat, hal ini sebagai wujud Kabupaten Sleman untuk mencegah dan mengendalikan kualitas air tanah.

Pada wilayah studi dalam penelitian ini berada di Kecamatan Depok dan Mlati, menurut data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman tahun 2017 dimana pada wilayah Kecamatan Depok terdapat 18 IPAL Komunal yang rata-rata memiliki status fungsi IPAL berjalan dengan baik dan optimal, dan pada Kecamatan Mlati terdapat 8 IPAL Komunal dimana salah satu IPAL belum berfungsi dan selebihnya berfungsi dengan optimal.

2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* merupakan bidang kajian ilmu dan teknologi yang digunakan oleh berbagai bidang atau disiplin ilmu, dan berkembang dengan cepat. Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG) secara umum adalah suatu system atau teknologi berbasis komputer yang dibangun bertujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah dan menganalisa serta menyajikan data dan informasi suatu fenomena yang berhubungan dengan letak atau keberadaanya di permukaan bumi. Pada analisa spasial baik dalam format vektor maupun raster, diperlukan data yang studi area. Oleh sebab itu, proses interpolasi perlu dilaksanakan untuk mendapatkan nilai diantara titik sampel.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan interpolasi seperti *Kriging* dan *Inverse Distance Weighted (IDW)* yang memberikan hasil interpolasi berbeda-beda. Pemilihan metode yang tepat dalam interpolasi akan mendapatkan dugaan data yang lebih mendekati dengan data uji. Metode *Kriging*

ditemukan oleh D.L. Krige untuk memperkirakan nilai dari bahan tambang, dengan asumsi dari metode ini adalah jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial dengan menggunakan kombinasi nilai dari weight untuk perkiraan nilai diantara sampel data yang ada.

Kelebihan dari metode *kriging* ini yaitu *kriging* memberikan ukuran *error* dan *confidence* pada data interpolasi yang menjelaskan perbedaan spasial dan nilai diantara semua sampel data, metode ini sangat baik untuk mengetahui hubungan spasial jarak dan orientasi data dalam bidang ketanahan atau geologi. Sementara itu, kelemahan dari metode ini yaitu tidak dapat menampilkan puncak nilai yang berubah drastis dalam jarak yang dekat, dan pada pengolahan datanya memerlukan jumlah data yang banyak.

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode *deterministic* sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Hipotesa dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada sampel dengan titik yang dekat daripada yang jauh. Nilai *power* pada metode ini dimana nilai *power* yang tinggi akan memberikan hasil seperti menggunakan interpolasi *nearest neighbor* dimana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data point terdekat. Bobot nilai atau *weight* didasarkan pada jaraknya dari data sampel dan tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel (Pramono, 2008)

Kelebihan dari metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) yaitu memberikan nilai mendekati nilai minimum dan maksimum dari sampel data, terdapat pemilihan nilai pada *power* yang sangat mempengaruhi hasil interpolasi, jumlah data dapat dilakukan dengan data yang minimalis. Adapun kelemahan dari metode ini adalah nilai hasil interpolasi dibatasi pada nilai yang ada pada data sampel.

Pada penelitian ini didapatkan jumlah data yang minimalis sehingga digunakan metode interpolasi yaitu *Inverse Distance Weighting* (IDW), pada wilayah studi digunakan metode *clustering* guna mendapatkan hasil interpolasi yang dapat mencerminkan wilayah studi karena luasan wilayah yang terlalu besar.

Clustering merupakan metode untuk mengelompokkan data yang mempunyai karakteristik yang sama antara satu data dengan data lain. Pada dasarnya terdapat

dua pengelompokan *clustering* yaitu *hierarchical clustering* dan *non-hierarchical clustering* (Santosa, 2007).

Metode *hierarchical clustering* merupakan metode yang dimulai dengan mengelompokkan dua atau lebih objek yang memiliki kesamaan paling dekat. Kemudian proses diteruskan dengan kedekatan kedua dan seterusnya yang pada akhirnya membentuk sebuah *cluster*.

Adapun syarat dalam menggunakan Metode *hierarchical clustering* antara lain populasi yang homogen, jumlah populasi yang besar dan populasi menempati daerah yang luas. Kelebihan metode ini yaitu kontrol terhadap kesalahan tidak sampling lebih baik, dapat menggunakan metode yang berbeda di setiap tahapannya, anggota sampel yang diambil lebih *representative*. Kekurangan metode ini yaitu prosedur estimasi proses sulit, pengambilan keputusan sampel memerlukan perencanaan yang lebih cermat. Selanjutnya, pada metode *non-hierarchical clustering* dimulai dengan menentukan terlebih dahulu jumlah cluster yang diinginkan. Setelah itu, baru proses *cluster* dilakukan tanpa mengikuti proses hierarki.

2.5 Penelitian Sebelumnya

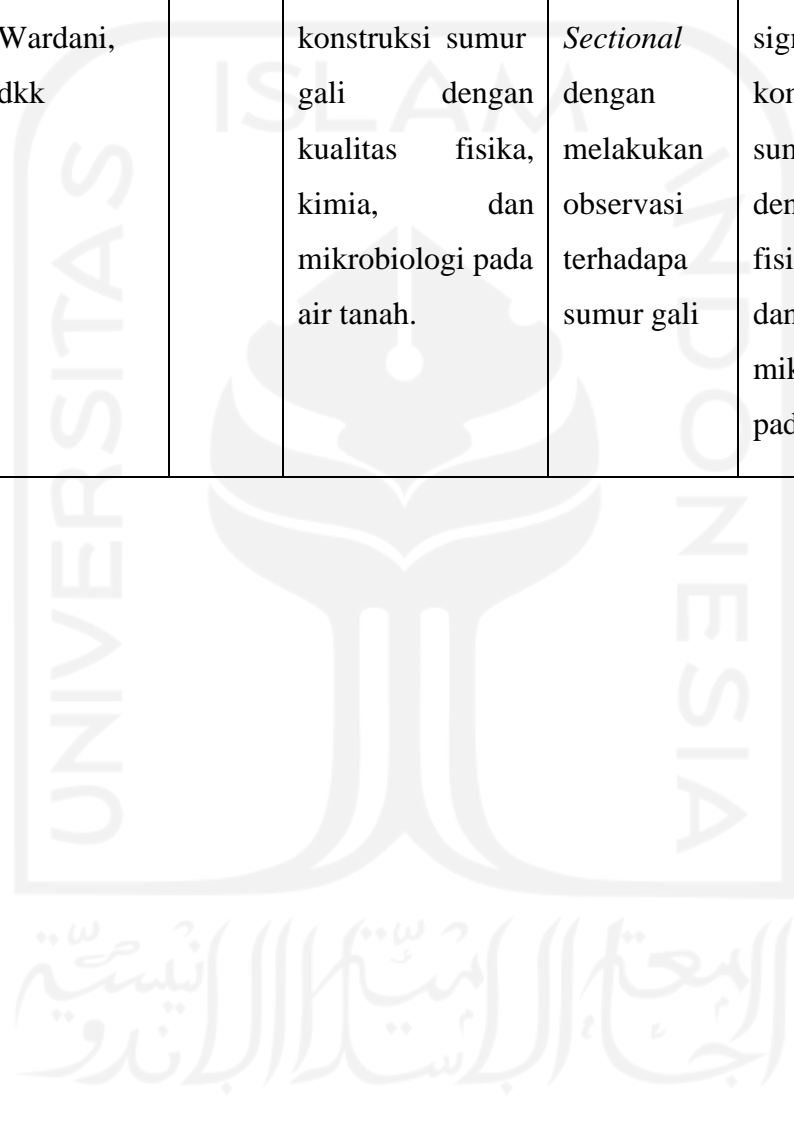
Berbagai penelitian tentang air tanah dan kualitas air tanah sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, namun belum ada penelitian yang menghubungkan antara kualitas air tanah dengan keberadaan IPAL nya. Hal ini menjadi penting sebagai rujukan pembahasan kegiatan penelitian ini. Adapun hasil-hasil penelitian tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya

No.	Peneliti	Tahun	Tujuan Penelitian	Metode	Kesimpulan
1	Aang Panji Permana	2019	Mengetahui kedalaman muka air tanah dangkal dan kualitas air tanahnya	Kualitatif dengan mengamati kualitas air tanah berdasarkan	Kedalaman muka air tanah termasuk dalam akuifer dangkal, dan pada kualitas air

				parameter fisika	tanahnya perlu tindak lanjut analisis laboratorium karena tidak memenuhi syarat.
2	Cahyadi Setiawan, dkk	2016	Mengetahui kondisi sumur dan memodelkan arah aliran air tanah	Metode mencakup 3 aspek yaitu populasi, karakteristik objek, dan analisis dengan pemodelan IDW pada arah aliran air tanah	Tinggi MAT pada musim hujan lebih tinggi dibanding musim kemarau. Dengan kedalaman sumur air tanah kurang dari 20m dan arah aliran air tanah yang cenderung mengarah ke daratan.
3.	Rr. Diah Nugraheni Setyowati	2018	Mengetahui pengaruh penggunaan lahan terhadap kualitas air	Metode Studi Literatur	Penggunaan lahan dengan aktivitas manusia yaitu permukiman, pertanian, dan industri telah memberikan sumbangan bahan organik

					sehingga dapat mempengaruhi kualitas air tanah.
4.	Yunita Setya Wardani, dkk	2017	Mengetahui hubungan antara konstruksi sumur gali dengan kualitas fisika, kimia, dan mikrobiologi pada air tanah.	Metode <i>Cross Sectional</i> dengan melakukan observasi terhadap sumur gali	Tidak ada hubungan yang signifikan antara konstruksi sumur gali dengan kualitas fisika, kimia, dan mikrobiologi pada sumur gali.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2020 hingga 12 April 2021. Lokasi penelitian berada di Kabupaten Sleman yang tersebar sejumlah 237 titik sumur pantau yang diperoleh menggunakan data sekunder yaitu data Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman 2011-2019. Pengolahan analisis data penentuan wilayah studi dibahas lebih lanjut pada sub bab 3.4.1

3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

a. Perangkat Keras

- *Notebook HP, Memory 8.0 GB, Hard Drive 500 GB*, untuk mengolah data yang digunakan dalam penelitian

b. Perangkat Lunak

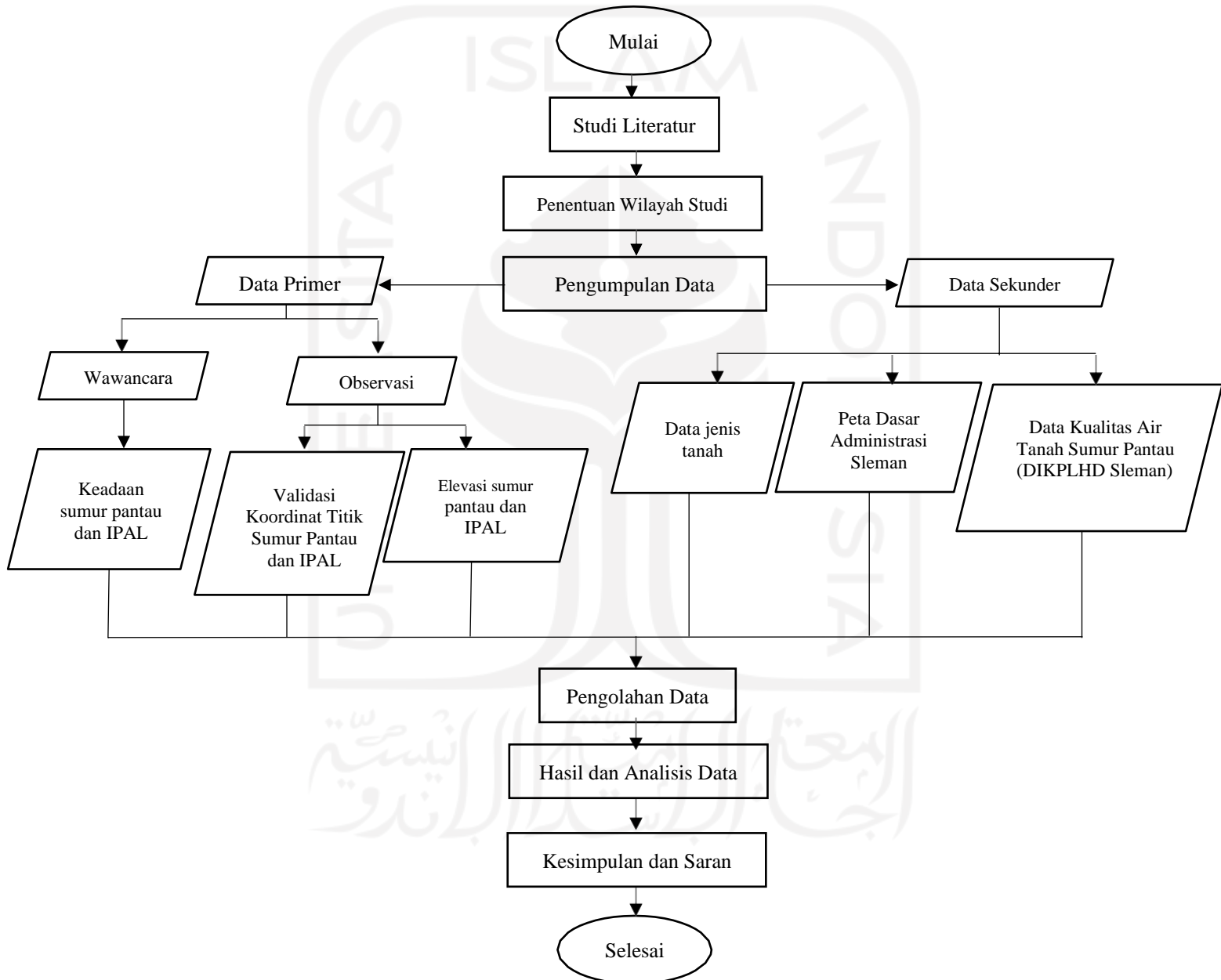
- *ArcGis 10.6* untuk mengolah data primer maupun sekunder
- *Google Earth Pro* untuk mendapatkan Citra Landsat daerah studi
- *GPS Essentials* untuk menentukan koordinat titik sumur pantau dan IPAL
- *Microsoft Excel* untuk menganalisis data
- *Microsoft Word* untuk menulis laporan Tugas Akhir

3.3 Prosedur Analisis Data

Pada prosedur analisis data dilakukan sesuai diagram penelitian di bawah ini, dengan beberapa tahapan sebagai proses penelitian

3.3.1 Tahapan Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir pada penelitian ini



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada tahapan awal penelitian dilakukan studi literatur mengenai air tanah yang termasuk isu lingkungan hidup Kabupaten Sleman terkait pencemaran air tanah yang dipublikasikan oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) melalui data Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Sleman tahun 2011-2019. Selanjutnya dilakukan tahapan pengumpulan data yang dapat di lihat pada sub bab 3.3.2 di bawah ini.

3.3.2 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data pada penelitian ini digunakan jenis data primer dan data sekunder.

a. Data Sekunder

Metode pengambilan data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung. Adapun data guna mendapatkan dokumen penelitian dan dokumen sumber data. Data tersebut berupa:

1. Data kualitas air tanah dengan parameter nitrit, nitrat, dan total *coliform* berasal dari Dokumen Informasi Kinerja Lingkungan Hidup (DIKPLHD) Kabupaten Sleman tahun 2016-2019
2. Data sumur pantau berasal dari Dokumen Informasi Kinerja Lingkungan Hidup (DIKPLHD) Kabupaten Sleman tahun 2016-2019
3. Baku mutu kualitas air tanah yaitu PERMENKES No. 416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air
4. Data penggunaan lahan (*land use*) dimana data ini diolah dari Citra Landsat daerah studi 2016-2019 yang berasal dari *Google Earth*
5. Data jenis tanah berasal dari BAPPEDA Sleman

b. Data Primer

Data primer merupakan data yang di dapatkan secara langsung pada lokasi penelitian yang sifatnya lebih akurat. Pengumpulan data primer berupa observasi dan wawancara yang dilakukan untuk validasi data sekunder.

Teknik pengumpulan data primer dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Observasi :

Observasi merupakan pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting dari lokasi yang diteliti. Adapun pengamatan yang dilakukan meliputi :

- a. Validasi koordinat titik sumur pantau dan IPAL Komunal dari hasil sorting data DIKPLHD Kabupaten Sleman menggunakan *GPS essentials*.
- b. Mengetahui elevasi sumur pantau dan IPAL Komunal menggunakan *GPS essentials*.

2. Wawancara

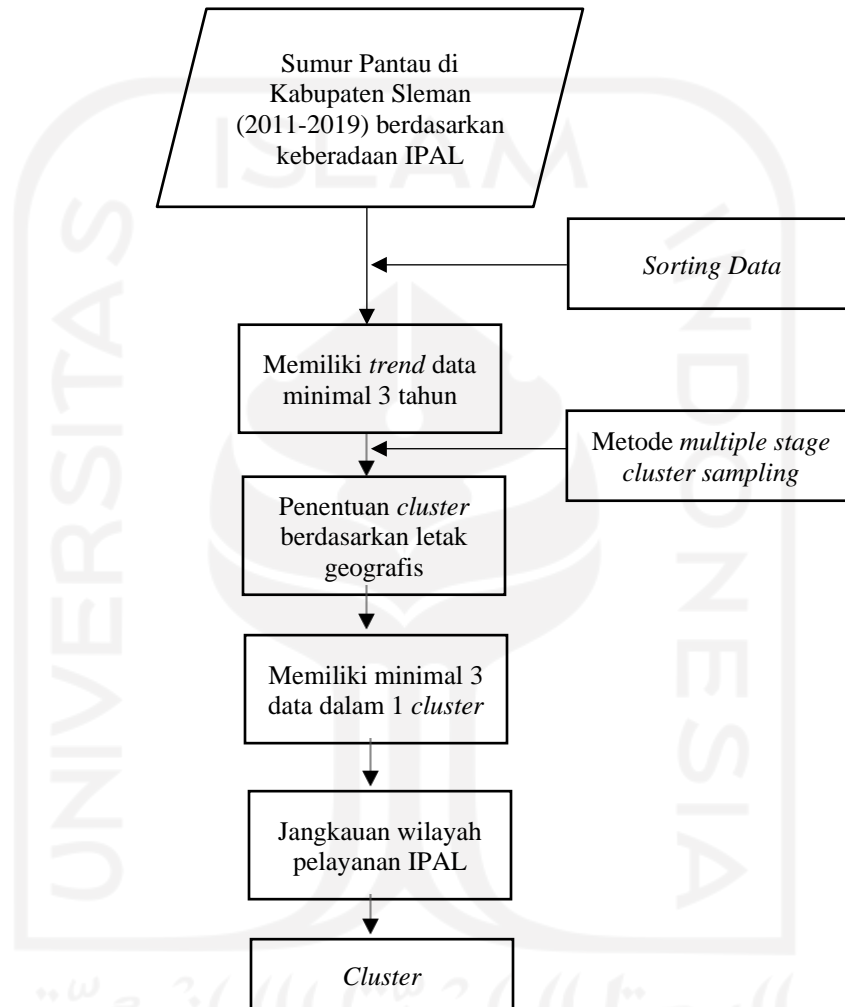
Wawancara atau *interview* merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan secara langsung dengan menanyakan seperangkat pertanyaan kepada responden (Sugiyono, 2018). Wawancara dilakukan dengan pengelola IPAL Komunal untuk mengkonfirmasi data yang ada dan bagaimana status fungsi IPAL pada tahun 2016-2019 serta dilakukan dengan pemilik sumur pantau untuk mengetahui bagaimana kondisi sumur yang digunakan. Pertanyaan form wawancara lebih detail dilampirkan pada **lampiran 23 dan lampiran 24**.

3.4 Pengolahan Analisis Data

Dalam pengolahan analisis data yang telah dilakukan antara lain analisis wilayah studi, analisis kualitas air tanah, analisis hasil survei, dan analisis data pendukung

3.4.1 Analisis Data Penentuan Wilayah Studi

Berikut merupakan proses diagram alir penentuan wilayah studi



Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Penentuan Wilayah Studi

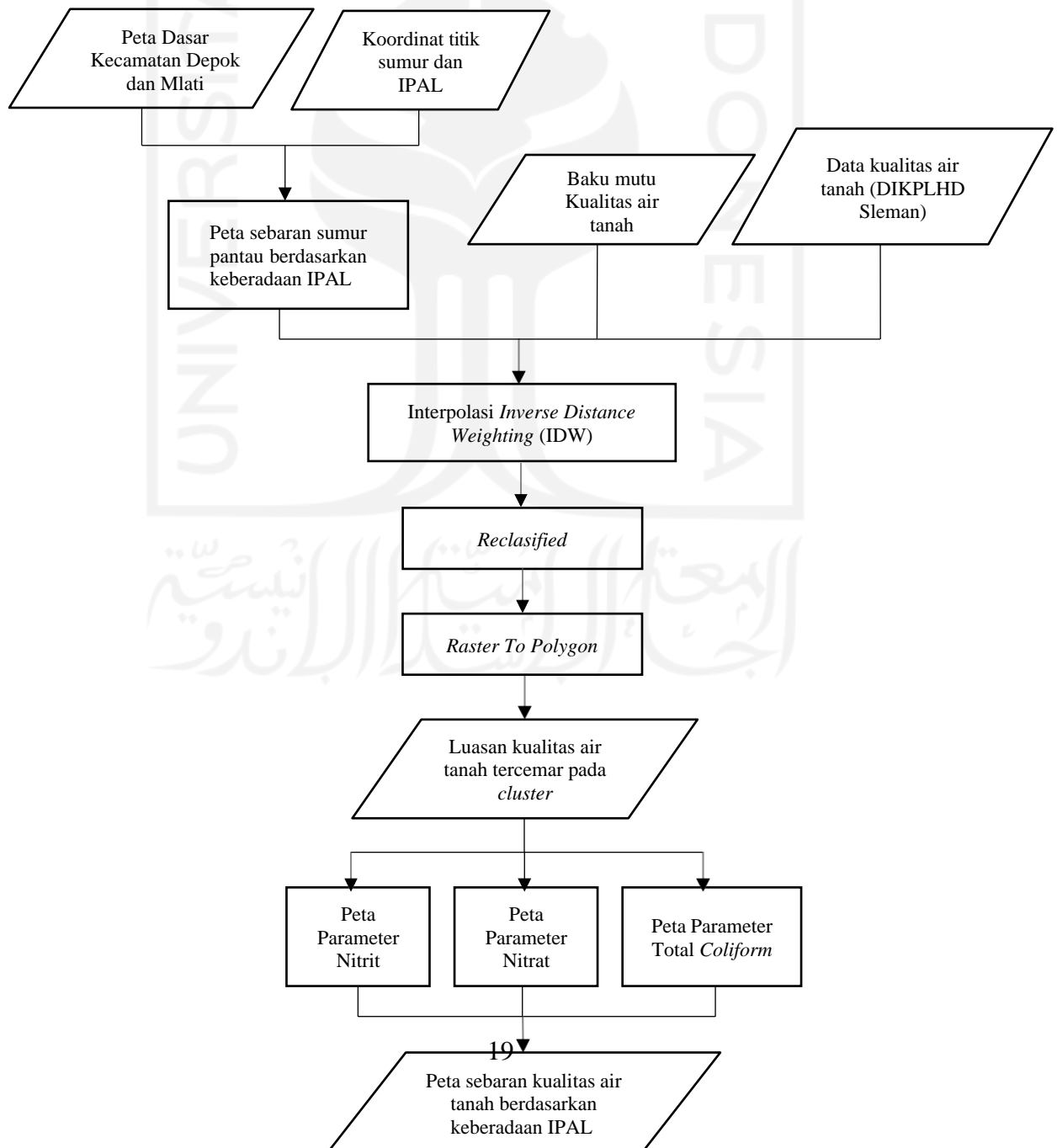
Dalam penentuan wilayah studi dilakukan *sorting* data lalu masuk ke dalam *clustering* dengan metode *multiple stage cluster sampling* yaitu penentuan beberapa *cluster* dari hasil penyeleksian individu tertentu dalam sebuah populasi. Pengambilan data didapatkan dari Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman tahun 2011-2019.

Beberapa langkah untuk menentukan *cluster* yang digunakan berdasarkan, antara lain:

- a. Pemilihan sumur pantau berdasarkan keberadaan IPAL yang ada di Kabupaten Sleman
- b. Pemilihan wilayah layanan IPAL yang memiliki *trend* minimal tiga tahun
- c. Penentuan *cluster* wilayah studi berdasarkan letak geografis, mempunyai minimal tiga data dalam satu *cluster*, dan mencakup jangkauan wilayah pelayanan IPAL

3.4.2 Analisis Data Kualitas Air Tanah

Berikut merupakan proses analisa penentuan wilayah studi dalam penelitian ini



Gambar 3.3 Diagram alir analisis kualitas air tanah

Pada analisis kualitas air tanah dalam penelitian ini dilakukan dengan metode interpolasi yaitu *Inverse Distance Weighting* (IDW) dimana pada metode IDW memiliki minimal jumlah yaitu 14 data, metode ini dipilih karena minimnya jumlah persebaran data yang didapatkan yaitu sebesar 29 data sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan metode interpolasi lainnya seperti *kriging* dan *spline*.

Dalam pengolahan data *Inverse Distance Weighting* (IDW) tidak dapat di generalisasi dalam satu kecamatan karena luasan wilayah dengan hasil interpolasi tidak dapat mencerminkan keadaannya sebab luasan wilayah yang terlalu besar, sehingga dilakukan *clustering* pada titik sumur pantau berdasarkan keberadaan IPAL Komunalnya.

Pengansumsian metode IDW yaitu tingkat korelasi dan kemiripan antara titik yang ditaksir dengan data penaksir sesuai dengan jaraknya terhadap penaksir. Faktor penting untuk menentukan hasil penaksiran antara lain adalah *actor power* yang mempengaruhi keakuratan hasil penaksiran dengan nilai parameter *power* yang umum digunakan adalah 1,2,3,4,5 dan *neighboring radius* atau jumlah data penaksir (Almasi dkk, 2014). Pada penelitian ini digunakan *tools* pada *Inverse Distance Weighting* di setiap parameter yaitu *Power: 2; Sector type: 4 Sectors with 45° offset*.

Berikut penjelasan mengenai diagram alir di atas pada Gambar 3.4:

- a. Pengumpulan data pada analisis seperti peta dasar administrasi, koordinat titik sumur pantau dan IPAL setelah itu didapatkan peta persebaran sumur pantau
- b. Setelah mendapatkan peta persebaran sumur pantau dilakukan penggabungan data kualitas air tanah sumur pantau dengan pengolahan interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) dengan baku mutu kualitas

air tanah menurut Permenkes RI No. 416 tahun 1990 untuk melakukan *range* skala.

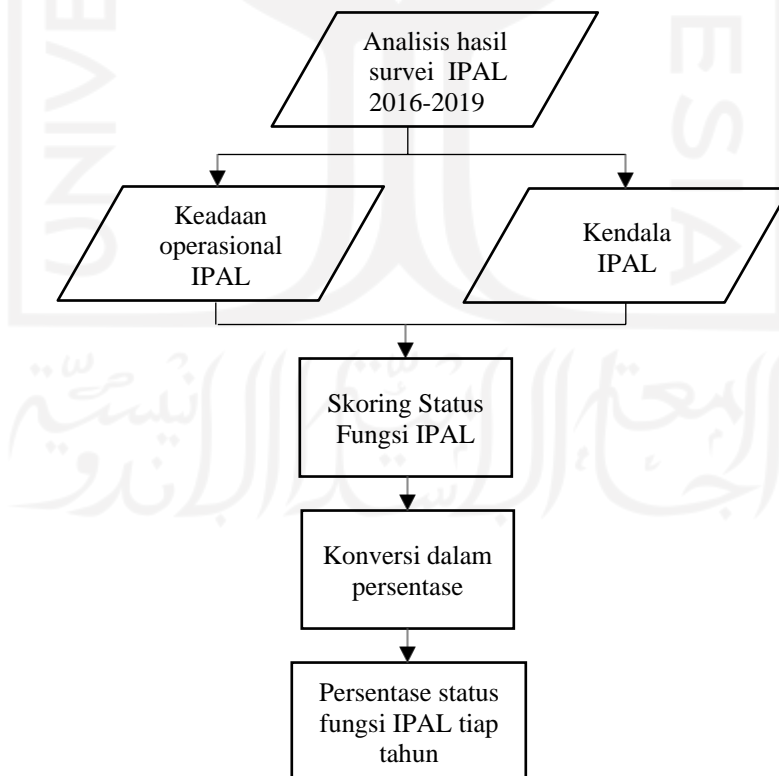
- c. Didapatkan hasil pemetaan *Inverse Distance Weighting* (IDW) dan *range* skala yang dilakukan dengan proses *reclassify* guna mengubah peta dalam bentuk *raster polygon*
- d. Hasil *raster polygon* dapat diketahui luasan pada tiap *range*
- e. Didapatkan pemetaan hasil kualitas air tanah pada *trend* pertahun sesuai dengan parameter yang digunakan.

3.4.3 Analisis Data Hasil Survei

Menganalisis data hasil survei yang dilakukan pada IPAL Komunal dan sumur pantau di bawah ini

A. IPAL Komunal

Berikut merupakan proses analisis dengan diagram alir pada hasil survei IPAL Komunal



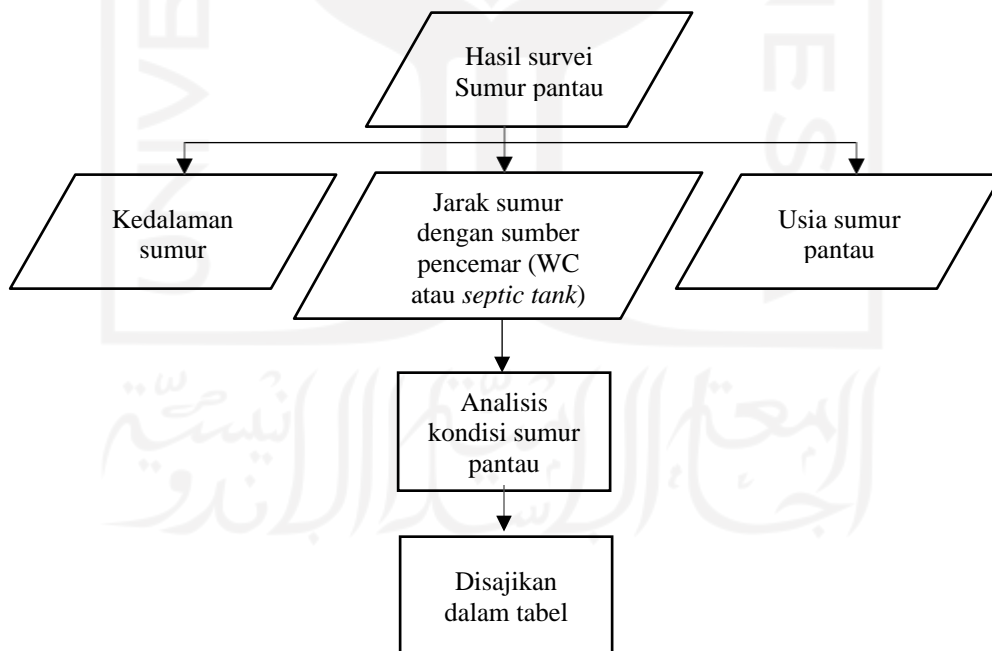
Gambar 3.4 Diagram alir analisis kualitas air tanah

Pada diagram alir pengolahan data survei IPAL Komunal digunakan hasil *scoring* dengan presentase status fungsi IPAL untuk mempermudah pembacaan status IPAL Komunal di tiap tahunnya. Berikut penjelasan diagram alir gambar 3.3 di atas:

- a. Didapatkan hasil analisis dengan melihat operasional IPAL Komunal dan kendala yang dihadapi di tiap tahunnya
- b. Setelah itu, dilakukan skoring pada data tersebut untuk menentukan status fungsi IPAL Komunal di tiap tahunnya
- c. Mengkonversi nilai skoring kedalam bentuk persentase status fungsi IPAL Komunal.

B. Sumur Pantau

Berikut merupakan proses analisis dengan diagram alir pada hasil survei sumur pantau



Gambar 3.5 Diagram alir analisis kualitas air tanah

Pada Gambar 3.5 di atas diagram alir analisis data sumur pantau bertujuan untuk mengetahui bagaimana keadaan sumur pantau yang digunakan dan melihat

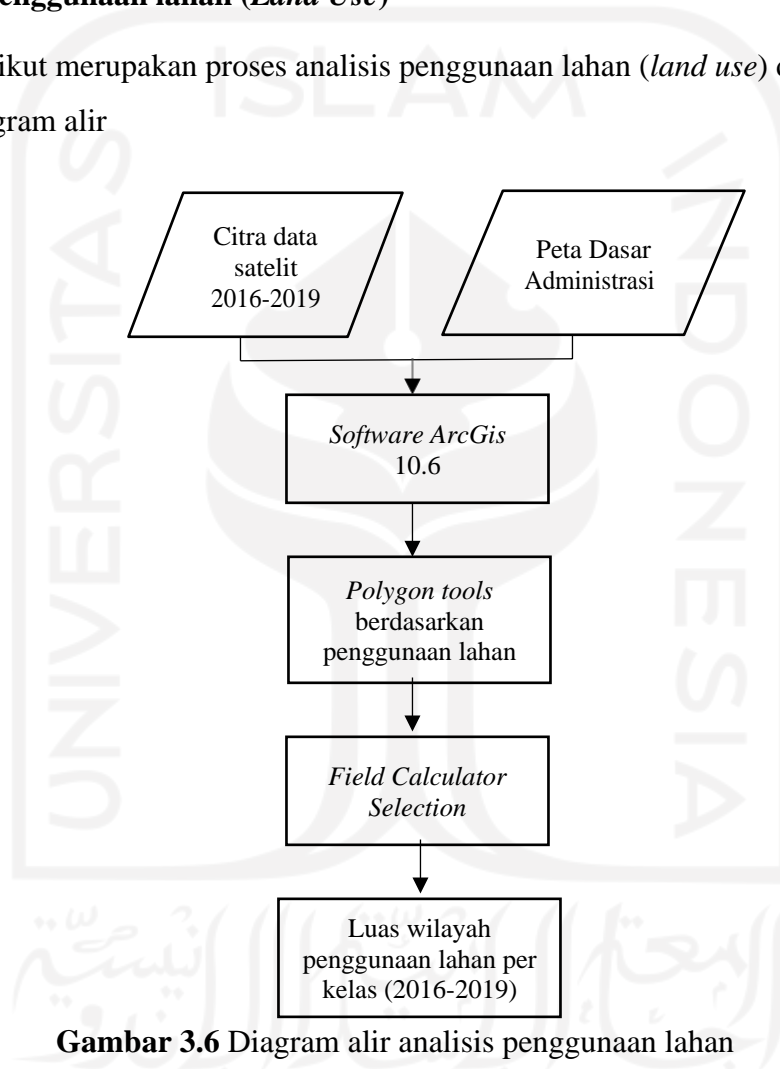
sumber pencemar lain yang ada di sekitar sumur pantau. Dalam pengolahan hasil sumur pantau ini disajikan dalam bentuk tabel untuk dianalisis.

3.4.4 Analisis Data Pendukung

Analisis pendukung dalam persebaran kualitas air tanah yaitu antara lain penggunaan lahan (*land use*), arah aliran air tanah, dan jenis tanah

A. Penggunaan lahan (*Land Use*)

Berikut merupakan proses analisis penggunaan lahan (*land use*) dengan diagram alir

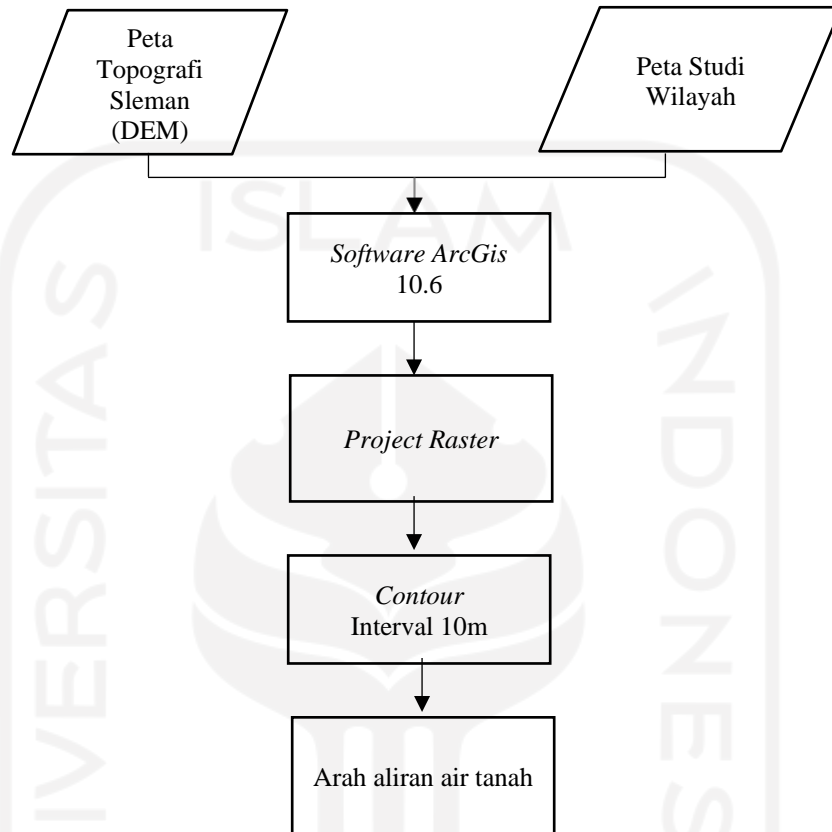


Gambar 3.6 Diagram alir analisis penggunaan lahan

Penggunaan lahan (*land use*) sebagai data pendukung untuk menganalisis apakah dengan adanya perubahan penggunaan lahan (*land use*) memberikan pengaruh terhadap penyebaran pencemaran air tanah. Pada pengolahan ini digunakan citra Landsat *Google Earth* dari tahun 2016 - 2019 dan Peta dasar Administrasi untuk selanjutnya diolah menggunakan *Software ArcGIS 10.6* dan diklasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu: Bangunan, Vegetasi, dan Persawahan.

B. Arah Aliran Air Tanah

Berikut merupakan proses analisis arah aliran air tanah dengan diagram alir



Gambar 3.7 Diagram alir analisis arah aliran air tanah

Arah aliran air tanah sebagai data pendukung untuk analisis arah penyebaran pencemaran. Pada pengolahan ini digunakan peta topografi dari *Digital Elevation Model (DEM)* dan peta studi wilayah dengan memasukkan titik koordinat sumur dan IPAL yang diolah menggunakan *Software ArcGIS 10.6* sehingga dapat terlihat arah aliran air tanahnya.

3.5 Metode Analisis Data

Dalam menganalisis data penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dan spasial. Menurut Sugiyono (2004) analisis deskriptif merupakan suatu jenis data statistik yang menganalisis data dengan mendeskripsikan atau menggambarkan data yang dikumpulkan sebagaimana adanya tanpa membuat kesimpulan atau generalisasi yang umum. Selain itu, analisis spasial merupakan kumpulan teknik yang digunakan untuk mengolah data Sistem Informasi Geografis (SIG) yang melibatkan banyak fungsi perhitungan dan evaluasi logika matematis pada data spasial.

Dalam penentuannya dilakukan analisis spasial pada kualitas air tanah (Nitrit, Nitrat, Total *Coliform*) menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) dengan melihat perubahan kualitas air tanah di tiap tahunnya, Pada analisis deskriptif yang menghubungkan antara kualitas air tanah sumur pantau dengan data pendukung di area sekitar wilayah studi (*cluster*) yaitu arah aliran air tanah, jenis tanah, dan penggunaan lahan (*land use*) yang dilakukan pengukuran dan pemetaan pada tiap kelas yaitu bangunan, vegetasi, dan pertanian, serta melihat bagaimana keadaan sumur pantau dan IPAL yang berada di wilayah studi (*cluster*) tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pola Persebaran Kualitas Air Tanah berdasarkan Keberadaan IPAL Komunal

Berdasarkan pengolahan data penentuan wilayah studi yang telah dilakukan di sub bab 3.4.1 maka diperoleh 29 titik sumur pantau berdasarkan keberadaan IPAL Komunal dengan melakukan *sorting* data lalu masuk ke dalam *clustering* dengan metode *multiple stage cluster sampling* sehingga didapatkan 2 *cluster* yang berada di Kecamatan Depok dan Kecamatan Mlati, dimana masing-masing cluster memiliki luas sebesar 9 km². Setelah *sorting* dan *clustering* data sumur pantau selanjutnya digabungkan dengan data validasi sumur pantau guna mendapatkan titik koordinat sumur pantau dan IPAL Komunal, sehingga diperoleh data studi sebagai berikut pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.1 Cluster berdasarkan IPAL Komunal

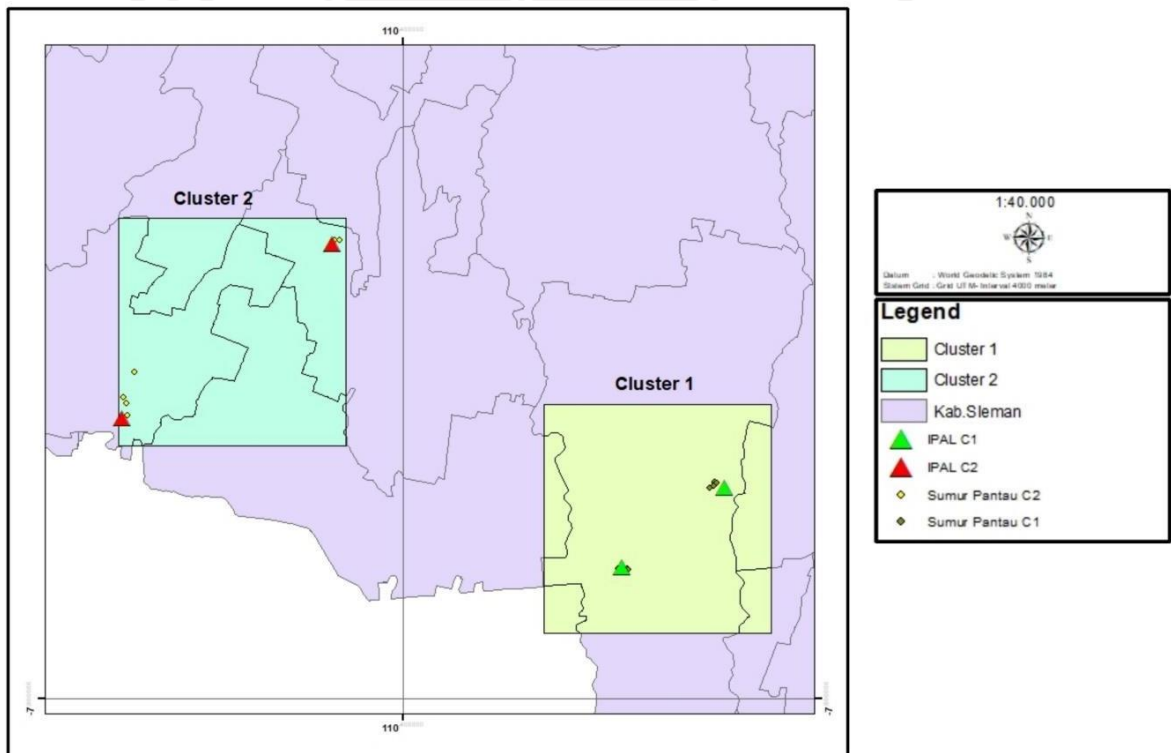
Cluster 1			
Kecamatan	Kelurahan	Dusun	IPAL
Depok	Maguwoharjo	Sambilegi Lor	Setya Bhakti
Depok	Maguwoharjo	Kalongan	Guyup Rukun
Cluster 2			
Kecamatan	Kelurahan	Dusun	IPAL
Depok	Condongcatur	Sengkan	Sengkan Sehat
Mlati	Sinduadi	Karangjati	Gawe Marem

Tabel 4.2 Jumlah titik sumur tiap Cluster

Cluster 1	
Kecamatan	Depok
Titik sumur	15 titik sumur
IPAL	2 IPAL
Cluster 2	
Kecamatan	Depok dan Mlati
Titik sumur	14 titik sumur
IPAL	2 IPAL

Selanjutnya data tersebut diolah pada analisis kualitas air tanah yang telah dilakukan pada sub bab 3.4.2 dengan menggunakan metode interpolasi yaitu metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) alasan pemilihan metode ini karena minim nya jumlah data yang diperoleh yaitu sebesar 29 data sehingga metode interpolasi lain seperti *kriging* dan *spline* tidak dapat digunakan.

Pada pengolahan *Inverse Distance Weighting* (IDW) tidak dapat menggunakan wilayah dalam satu kecamatan karena luas area yang terlalu besar sehingga tidak dapat mencerminkan hasil interpolasinya, maka dari itu dibuat *cluster* pada titik sumur pantau berdasarkan keberadaan IPAL yang terdekat dan didapatkan 2 *cluster*. Pada *cluster 1* didapatkan data kualitas air tanah pada tahun 2016-2019 dan pada *cluster 2* data kualitas air tanah didapatkan pada tahun 2017-2019, semua data yang digunakan berasal dari data DIKPLHD Kabupaten Sleman. Berikut merupakan pembagian wilayah *clustering* pada Gambar 4.1 di bawah ini. Untuk peta lebih detailnya dapat di lihat pada **lampiran 3**.



Gambar 4.1 Peta *Clustering*

4.1.1 Cluster 1

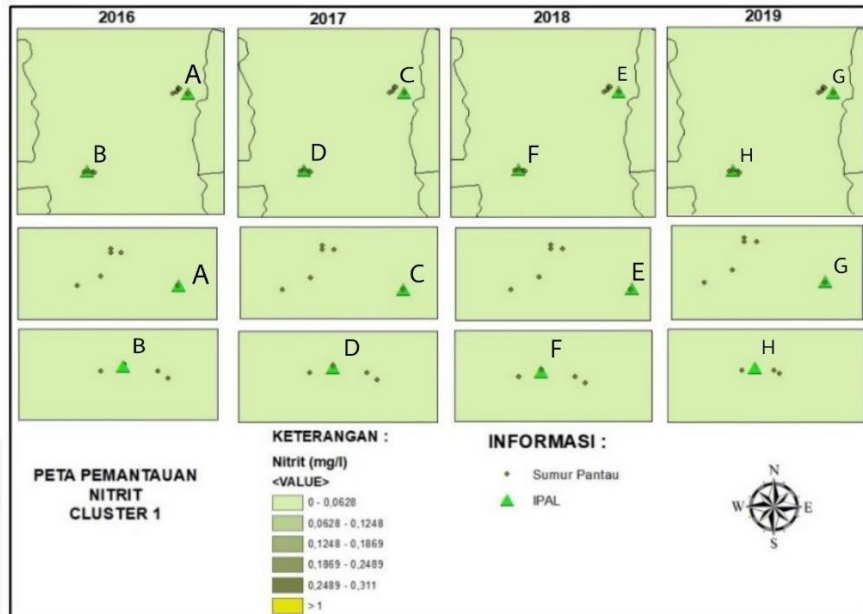
Berikut merupakan nilai minimum, maksimum, dan rata-rata pada parameter *cluster 1* di tiap tahunnya

Tabel 4.3 Nilai parameter *Cluster 1*

Cluster 1		Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Total Coliform (MPN/100ml)
Minimal	2016	0,001	0,001	32
	2017	0,005	6966	-
	2018	0,001	-	1,8
	2019	0,001	-	11
		Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Total Coliform (MPN/100ml)
Maksimal	2016	0,003	8,98	1898
	2017	0,008	9721	-
	2018	1600	-	1600
	2019	1600	-	1600
		Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Total Coliform (MPN/100ml)
Rata-rata	2016	0,001667	5,097	744,67
	2017	0,006	8220	-
	2018	0,01	-	567,95
	2019	0,0065	-	577,75

A. Parameter Nitrit

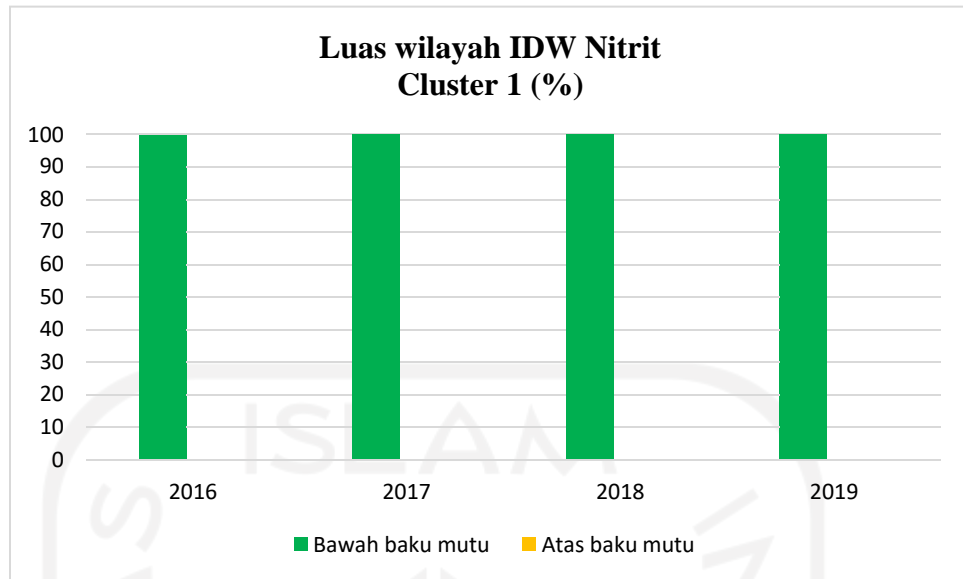
Berikut merupakan hasil analisis persebaran parameter nitrit di *cluster 1* dengan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)*



Gambar 4.2 Nitrit *Cluster 1*

Hasil parameter nilai Nitrit (NO_2) pada penelitian ini antara 0 – 0,311 mg/L dimana baku mutu Nitrit yaitu 1 mg/L berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan No.416 tahun 1990. Menurut *World Health Organization* (WHO) untuk keperluan air minum merekomendasikan kadar nitrit tidak melebihi 1 mg/L. Semakin tinggi nilai Nitrit, maka semakin buruk kualitas air tanahnya dimana dalam pengonsumsi air tanah yang masuk ke dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan bahkan hingga kematian (Abdurrivai, 2017)

Pengukuran dan persebaran kualitas air tanah dengan parameter Nitrit pada tahun 2016 hingga 2019 cenderung stabil dalam kondisi baik artinya tidak terjadi pencemaran oleh parameter nitrit pada *cluster 1*. Pada Gambar 4.3 terlihat parameter nitrit dalam keadaan baik pada *classify* 0 - 0,0628 mg/L. Untuk melihat peta lebih detail dapat di lihat pada **lampiran 4**, **lampiran 5**, **lampiran 6** dan **lampiran 7**.

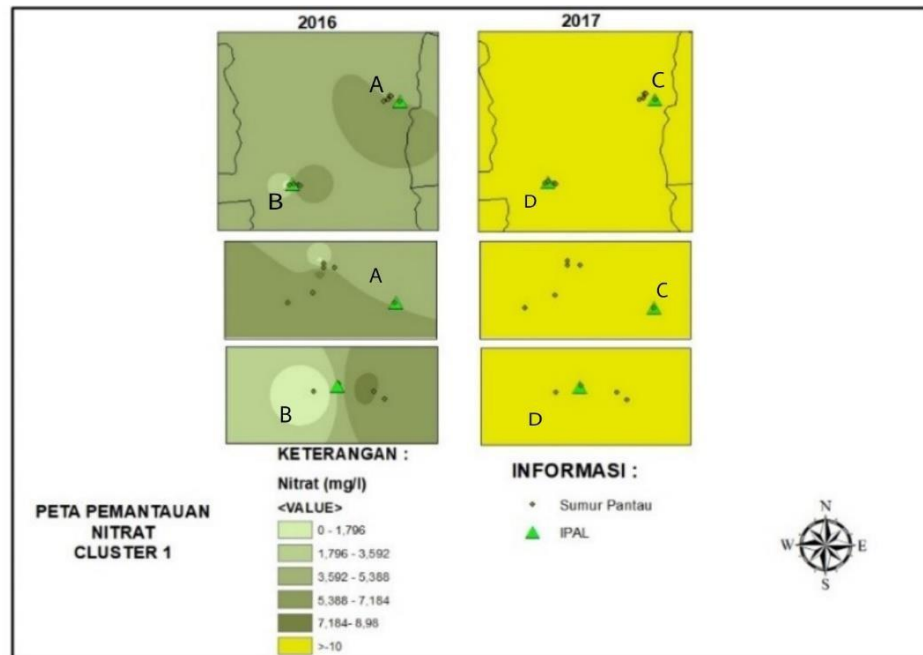


Gambar 4.3 Luas wilayah IDW Nitrit *Cluster 1*

Konsentrasi nitrit memang jarang melebihi konsentrasi 0,1 mg/L dalam air tanah karena senyawa ini merupakan spesi yang relatif tidak stabil dan mudah teroksidasi dibandingkan nitrat. Meskipun dalam konsentrasi yang rendah, nitrit merupakan bagian yang sangat penting untuk kajian tentang air limbah ataupun pencemaran air karena sifatnya yang sangat toksik bagi kehidupan makhluk hidup secara umum jika dibandingkan nitrat (Effendi, 2003).

B. Parameter Nitrat

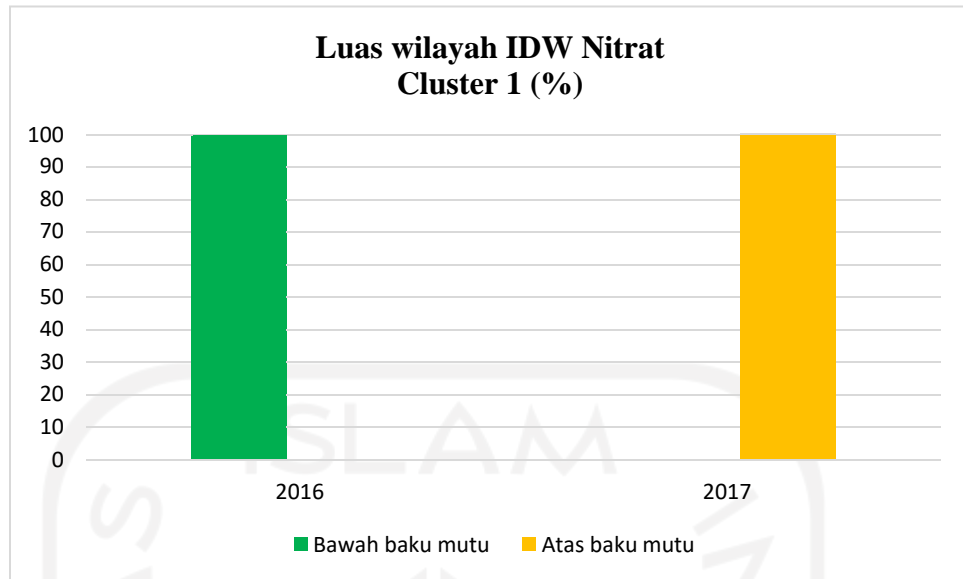
Berikut merupakan hasil analisis persebaran parameter nitrat di *cluster 1* dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW)



Gambar 4.4 Nitrat *Cluster 1*

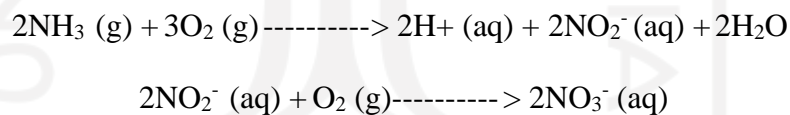
Pada *Cluster 1* parameter nitrat didapatkan bahwa nilai Nitrat berdasarkan data DIKPLHD Kabupaten Sleman hanya ada pada tahun 2016-2017. Hasil nilai parameter Nitrat pada penelitian ini antara 0 - >10 mg/L dimana baku mutu Nitrat yaitu 10 mg/L. Pada gambar 4.3 terlihat bahwa pada tahun 2017 nitrat mengalami peningkatan yang signifikan hingga melebihi baku mutu di semua titik sumur pantau. Untuk melihat peta lebih detail dapat di lihat pada **lampiran 8 dan lampiran 9**.

Kenaikkan kadar nitrat yang cenderung drastis dapat disebabkan oleh berbagai faktor alami maupun non alami yang disebabkan oleh aktivitas manusia diantaranya yaitu kontaminasi limbah organik manusia dan adanya kontaminasi dari area persawahan dimana akibat dari penggunaan pupuk kimia dengan dosis berlebih.



Gambar 4.5 Luas wilayah IDW Nitrat *Cluster 1*

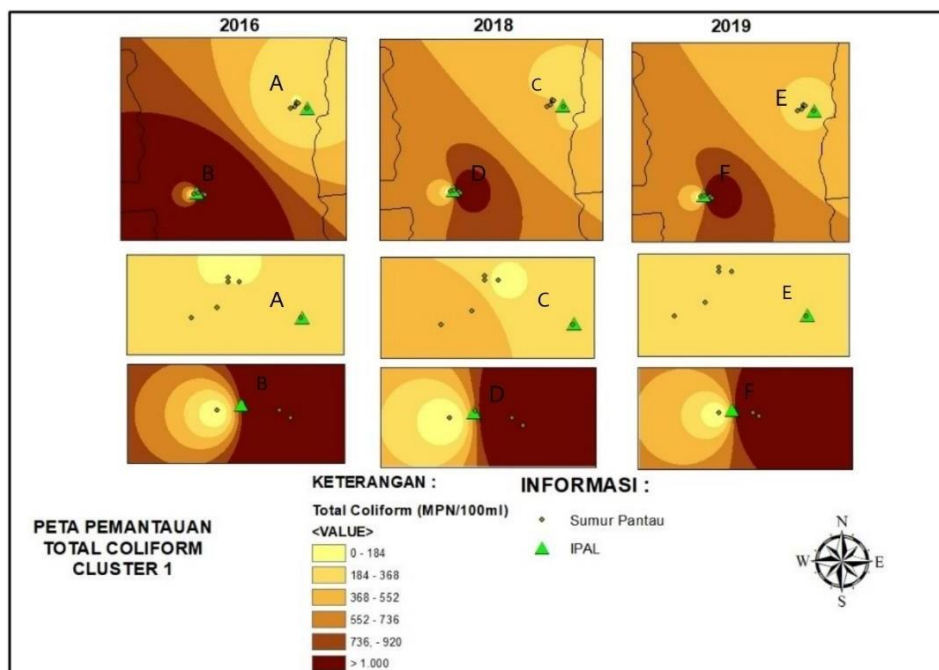
Pada faktor alami yaitu pembentukkan nitrit dan nitrat secara alami yaitu pada daur nitrogen, dimana melalui proses fiksasi oleh bakteri *Rhizobium* yang mengubah gas nitrogen menjadi senyawa nitrat (NO_3) yang larut dalam air, selanjutnya terjadi amonifikasi yaitu reaksi pada penguraian protein menjadi asam amino dan gas ammonia oleh bakteri, Lalu terjadi proses nitrifikasi dimana terdapat dua tahap reaksi, tahap pertama yaitu pembentukkan senyawa nitrit dan gas ammonia, tahap kedua adalah perubahan senyawa nitrit menjadi senyawa nitrat.



Pada reaksi terakhir yaitu denitrifikasi dimana sebagian senyawa nitrat yang larut dalam air tanah akan tereduksi kembali menjadi gas nitrogen (Nurmayanti & Purwoko, 2017)

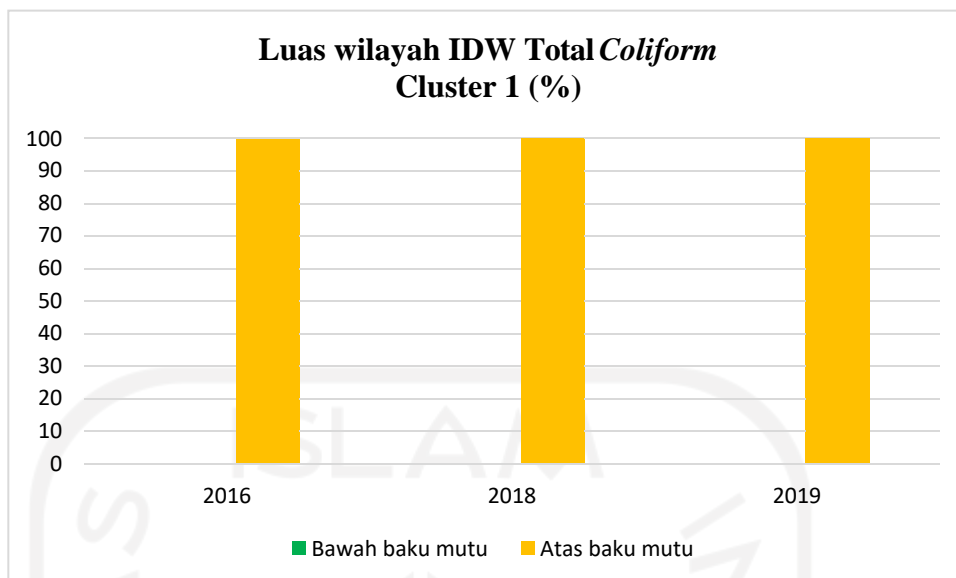
C. Parameter Total *Coliform*

Berikut merupakan hasil analisis persebaran parameter total *coliform* di *cluster 1* dengan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)*



Gambar 4.6 Total Coliform *Cluster 1*

Pada *Cluster 1* parameter Total Coliform berdasarkan data DIKPLHD Kabupaten Sleman hanya ada pada tahun 2016-2018-2019. Luas Total Coliform yang melebihi baku mutu yaitu seluruh luas cluster sebesar 9 km². Dalam gambar 4.4 terlihat bahwa Total Coliform berada di atas baku mutu yang sebesar 0 MPN/100ml. Dapat di lihat pada Kawasan IPAL Guyup Rukun terjadi penurunan total coliform dari tahun ke tahun, namun pada Kawasan IPAL Setya Bakti total coliform cenderung stabil. Dimana pada tahun 2016 Total Coliform memiliki kandungan yang tinggi namun pada tahun 2018 nilai Total Coliform mengalami penurunan. Untuk melihat peta lebih detail dapat di lihat pada **lampiran 10**, **lampiran 11**, dan **lampiran 12**.



Gambar 4.7 Luas wilayah IDW Total *coliform* Cluster 1

Bakteri *Coliform* merupakan organisme yang digunakan sebagai indikator untuk memberi sinyal dalam menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi patogen atau tidak, karena berasal dari sumber yang sama dengan organisme patogenik. Bakteri *coliform* biasanya terdapat dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan patogen lain yang lebih berbahaya (Rompas dkk, 2017), pencemaran pada bakteri ini disebabkan oleh berbagai faktor khususnya pada sanitasi buangan kotoran manusia, dimana dapat dipengaruhi oleh kondisi fisik sumber air bersih, kedalaman sumber air bersih, jarak sumur dengan sumber pencemar kurang dari 10 meter, serta tinggi bibir sumur gali (Prajawati, 2008). Bakteri coliform dapat dijadikan parameter bahwa air yang terkontaminasi bakteri ini melebihi 50 coli/100 ml yang menyebabkan penyakit diare masuk melalui *fecal oral* seperti makanan dan minuman yang mengandung bakteri tersebut (Muthaz dkk, 2016)

4.1.2 Cluster 2

Berikut merupakan nilai maksimal, minimum, dan rata-rata pada parameter *cluster 2* di tiap tahunnya

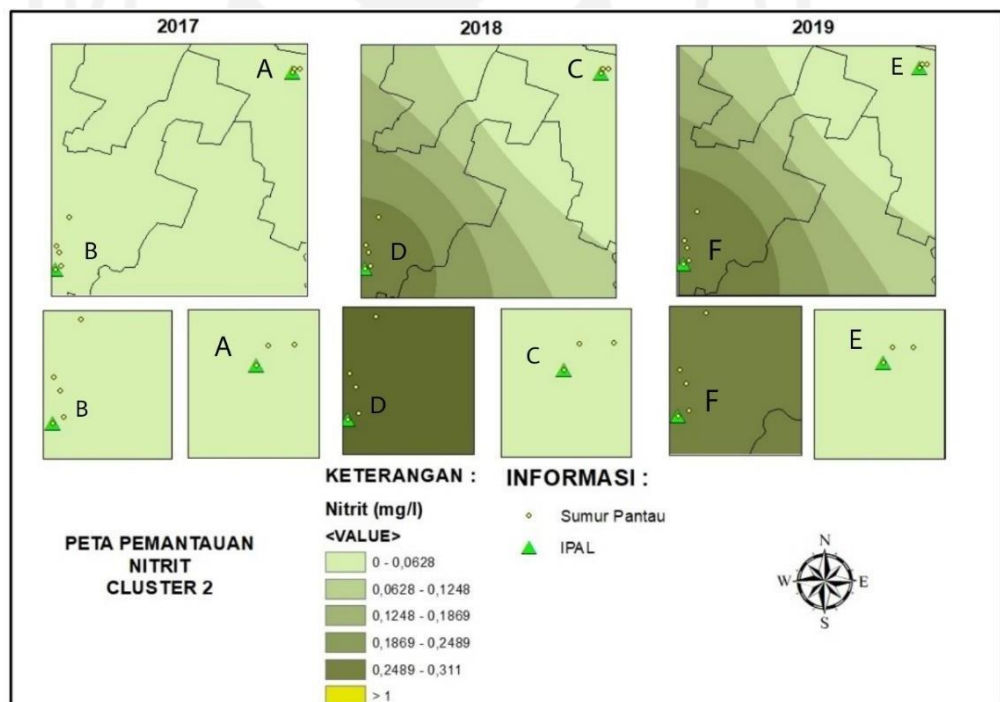
Tabel 4.4 Nilai parameter *Cluster 2*

Cluster 2		Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Total Coliform (MPN/100ml)
Minimal	2017	0,0008	0	0

	2018	0,001	-	1,8
	2019	0,001	-	350
		Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Total Coliform (MPN/100ml)
Maksimal	2017	0,008	8436	6,8
	2018	0,28	-	920
	2019	0,311	-	540
		Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Total Coliform (MPN/100ml)
Rata-rata	2017	0,00398	2922,778	3,12
	2018	0,094	-	487,27
	2019	0,105333	-	440

A. Parameter Nitrit

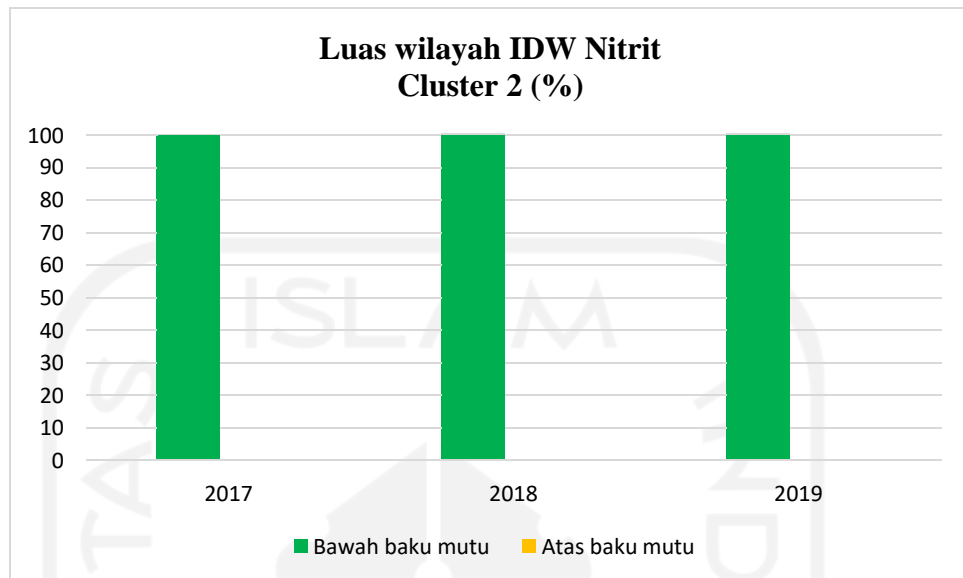
Berikut merupakan hasil analisis persebaran parameter nitrit di *cluster 2* dengan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)*



Gambar 4.8 Nitrit *cluster 2*

Pada parameter Nitrit (NO_2) dapat di lihat pada gambar 4.8 terlihat bahwa terjadi kenaikan Nitrit disetiap tahunnya di salah satu Kawasan IPAL Komunal yaitu IPAL Gawe Merem yang berada di Kecamatan Mlati meskipun masih di bawah baku mutu yaitu 1 mg/L, dan masih memenuhi syarat sebagai sumber air

bersih pada parameter nitrit. Untuk peta lebih detail dapat di lihat pada **lampiran 13, lampiran 14, dan lampiran 15.**



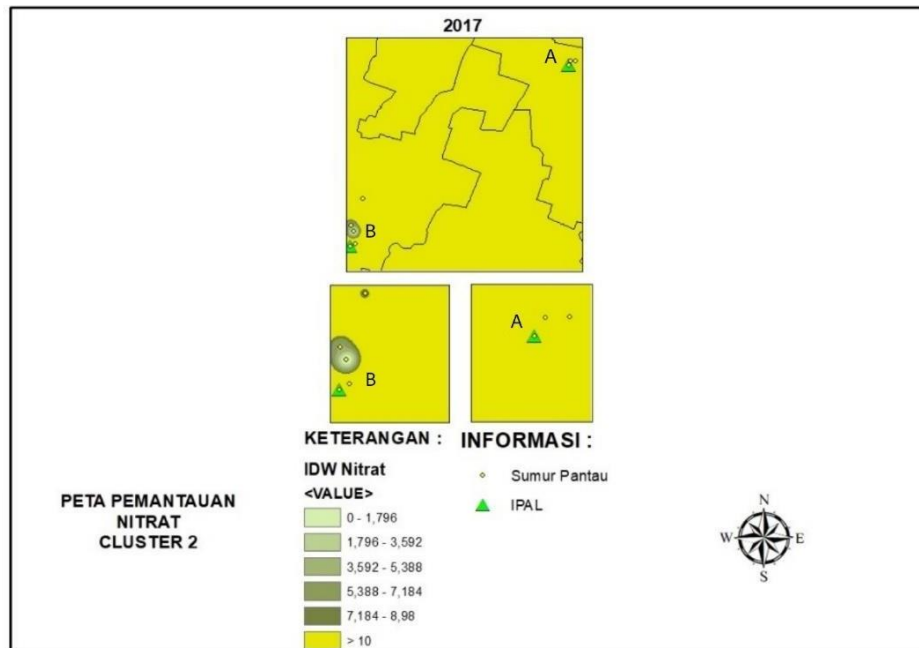
Gambar 4.9 Luas wilayah IDW Nitrit *Cluster 2*

Kenaikkan pencemar nitrit pada sumur lokasi penentian dapat disebabkan dari kontaminasi oleh limbah organik manusia dan pengaruh dimana lokasi tersebut dekat dengan area persawahan ataupun bekas area persawahan, sehingga memungkinkan mengandung senyawa nitrogen yang berasal dari sisa pemupukan dengan urea. Besarnya kadar nitrit pada air tanah sangat dipengaruhi oleh posisi sumur terhadap sumber-sumber air permukaan seperti sawah dan sungai (Ganefati, 2005).

Pengaruh kadar nitrit dapat berdampak pada makhluk hidup dan bersifat karsinogenik, karena senyawa nitrit dapat membentuk senyawa N-nitroso yang dapat menyebabkan *methemoglobinemia* yaitu kondisi dimana nitrit (NO_2) mengikat *haemoglobine* (Hb) darah sehingga menghalangi ikatan Hb dengan oksigen (O_2) ((Erkekoglu dkk, 2009).

B. Parameter Nitrat

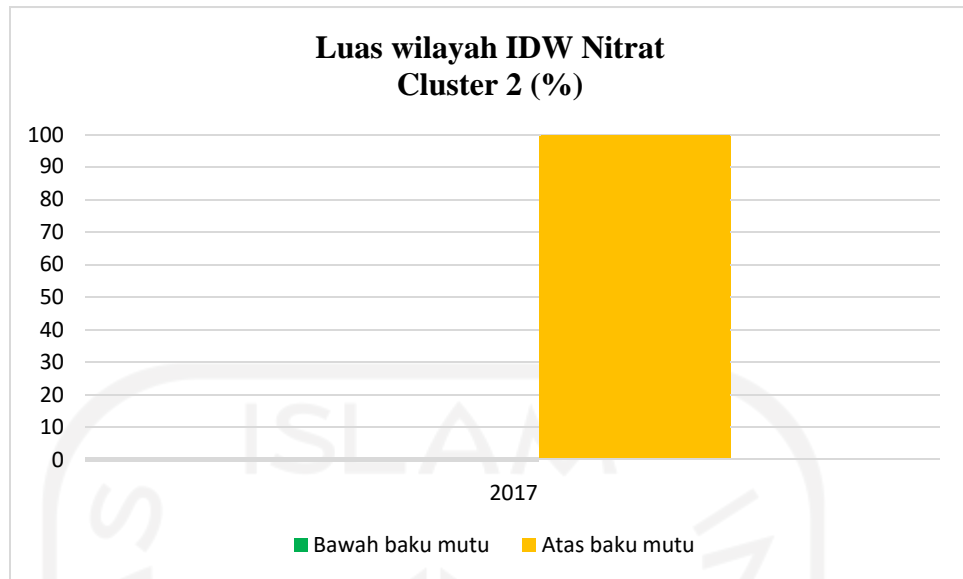
Berikut merupakan hasil analisis persebaran parameter nitrat di *cluster 2* dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).



Gambar 4.10 Nitrat cluster 2

Pada *Cluster 2* parameter nitrat didapatkan bahwa nilai Nitrat berdasarkan data DIKPLHD Kabupaten Sleman hanya ada pada tahun 2017. Dimana pada gambar 4.6 terlihat bahwa pada tahun 2017 Nitrat memiliki persebaran nilai yang tinggi hingga melebihi baku mutu yang sebesar 10mg/L. Untuk peta lebih detail dapat di lihat pada **lampiran 16**.

Untuk menghitung luas Nitrat yang di atas baku mutu berdasarkan interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) digunakan fitur *calculate geometry* yang mampu menghitung luasan *polygon* berdasarkan hasil *classify* sebelumnya. Hasil perhitungan luas yang melebihi baku mutu dapat dilihat pada grafik 4.5 di bawah ini:

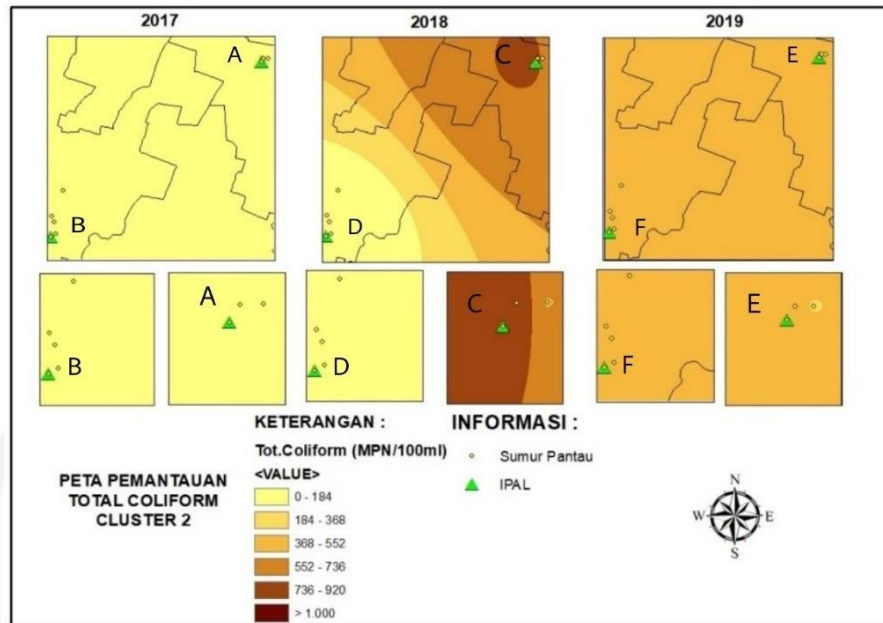


Gambar 4.11 Luas wilayah IDW Nitrat *Cluster 2*

Tingginya kandungan nitrat secara alami berasal dari metabolisme organisme perairan serta dekomposisi bahan organik oleh bakteri (Indrayani dkk, 2015). Daur ini dimulai dengan masuknya nitrogen dan ammonia dari buangan domestik maupun industri ke dalam badan air. Nitrogen organik mengalami reaksi hidrolisis sehingga menghasilkan ammonia sebagai sumber makanan bakteri nitrogen. Selanjutnya terjadi proses oksidasi oleh bakteri *Nitrosomonas* yang mengubah ammonia menjadi nitrit lalu oleh bakteri *nitrobacter* dioksidasi menjadi nitrat, hal ini disebut dengan proses nitrifikasi. Pada keadaan oksigen terlarut rendah atau anaerobik, terjadi reduksi nitrat menjadi nitrit yang dibarengi reduksi nitrit menjadi ammonia dan gas nitrogen (Prabowo, 2017). Kandungan nitrat pada air sumur yang lebih tinggi dari pada nitrit menunjukkan bahwa siklus nitrogen di alam masih berjalan dengan baik, karena nitrat di alam lebih stabil dari pada nitrit (Setiowati dkk, 2016)

C. Parameter Total Coliform

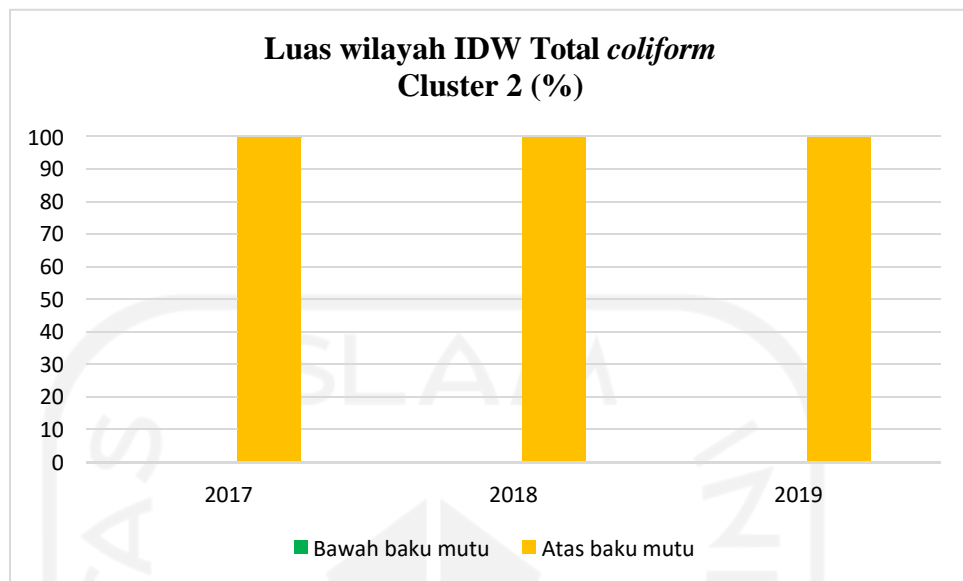
Berikut merupakan hasil analisis persebaran parameter total coliform di *cluster 2* dengan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)*.



Gambar 4.12 Total Coliform Cluster 2

Pada Gambar 4.7 terlihat parameter Total Coliform berada di atas baku mutu pada tiap tahunnya, dimana baku mutu sebesar 0 MPN/100ml. Pada IPAL Sengkan Sehat tahun 2018 terjadi peningkatan, namun pada tahun 2019 menurun. Sementara itu, pada IPAL Gawe Merem pada tahun 2019 terjadi peningkatan kandungan Total Coliform. Untuk peta lebih detail dapat di lihat pada **lampiran 17**, **lampiran 18**, dan **lampiran 19**.

Grafik 4.5 Luas wilayah IDW Total *coliform* Cluster 2



Menurut McQuillan (2004) Tingginya kandungan Coliform disebabkan oleh kondisi sumur yang berdekatan dengan *septic-tank* atau sumber pencemar lain seperti rembesan dari sumber pencemar yang masuk ke dalam sumur melalui dinding sumur dan terakumulasi ke dalam air tanah yang dapat meningkatkan kontaminasi yang berasal dari kotoran manusia ataupun hewan.

Kemampuan hidup bakteri patogen yaitu selama 3 hari dan perjalanan air dalam tanah kira-kira sekitar 3 meter/hari. Hal tersebut yang memungkinkan bahwa kerapatan jarak antara sumber kontaminan atau pencemar menjadi faktor utama yang mempengaruhi semakin banyaknya jumlah bakteri patogen dalam saluran air maupun air tanah (Entjang, 2000)

4.1.3 Perbandingan Cluster 1 dan Cluster 2

A. Parameter Nitrit

Pada *cluster* 1 2016-2019 umumnya tidak terjadi peningkatan dimana *stagnant* pada *classify* 0 - 0,0628 mg/L, namun pada *cluster* 2 di tahun 2017-2019 terjadi peningkatan ditiap tahunnya pada salah satu kawasan IPAL yaitu IPAL Gawe Merem meskipun masih di bawah baku mutu yaitu 1 mg/L

Kadar nitrit yang meningkat pada lokasi sumur di sekitar IPAL Gawe Merem juga dikarenakan lokasi sumur dekat dengan area pertanian, hal ini tentunya

memberikan kontribusi yang besar terhadap kandungan nitrit di dalam air sumur yang dihasilkan oleh berbagai faktor, termasuk penggunaan pupuk kompos, pupuk kandang, endapan pembuangan kotoran dari tanaman dan aerasi tanah. Penggunaan pupuk yang mengandung nitrogen pada persawahan merupakan sumber utama nitrit. Sumber kontaminasi lain berasal dari buangan limbah domestik yang dapat merembes pada sumur sekitar.

Kandungan nitrit memang jarang memiliki konsentrasi yang tinggi dalam air tanah hal ini karena nitrit merupakan spesi yang relatif tidak stabil dan mudah teroksidasi dibandingkan dengan nitrat, namun saat nitrit mencapai konsentrasi yang tinggi hingga melebihi baku mutu maka dapat dikatakan bahwa air tanah tersebut sangat berbahaya karena kandungan nitrit yang bersifat toksik dan dapat berubah menjadi senyawa yang bersifat karsinogenik.

B. Parameter Nitrat

Pada tahun 2017 di *cluster 1* maupun *cluster 2* sama-sama melebihi baku mutu dalam kandungan nitratnya, dimana terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada *cluster 1*.

Beberapa faktor dapat menyebabkan tingginya kadar nitrat, alami maupun non alami. Pada faktor alami terjadi oleh siklus nitrogen, secara alami senyawa nitrogen (Nitrit dan Nitrat) dalam air berasal dari hasil metabolisme organisme air dan penguraian senyawa organik, selain itu dapat dihasilkan dari aktivitas manusia yang berasal dari pupuk nitrogen, limbah industri dan limbah organik manusia dimana pada kedua cluster sama-sama meningkat pada jumlah area permukimannya dari tahun ke tahun.

Sumber pencemar nitrogen dapat berubah seiringnya waktu dalam hal kandungan, maupun cara penyebarannya. Kandungan nitrogen yang masuk ke air tanah masih mungkin dibersihkan/difiltrasi oleh mekanisme alami. Pada umumnya proses pencemaran pada air tanah berjalan lebih lambat dibandingkan dengan air permukaan, namun proses pemulihannya jauh lebih lama pula (Djuwansah dkk, 2009).

C. Parameter Total Coliform

Pada *cluster* 1 maupun *cluster* 2 umumnya sama-sama mengalami penurunan kandungan total *coliform* meskipun masih di atas baku mutu, pada *cluster* 1 cenderung mengalami penurunan dan pada *cluster* 2 cenderung mengalami fluktuatif dimana pada Kawasan IPAL Sengkan Sehat terjadi kenaikan di tahun 2018 dan menurun di tahun 2019, sedangkan pada IPAL Gawe Merem terjadi peningkatan di tahun 2019.

Berbagai faktor yang dapat menimbulkan adanya bakteri total *coliform* pada air tanah sehingga mengindikasikan adanya cemaran akibat tinja manusia, dimana aktifitas manusia mempengaruhi kualitas sumber daya air. Pencemaran total *coliform* karena adanya limbah baik limbah domestik maupun industri. Umumnya limbah yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme mengakibatkan mikroorganisme dan patogen lainnya ikut berkembang biak dan menimbulkan berbagai macam penyakit.

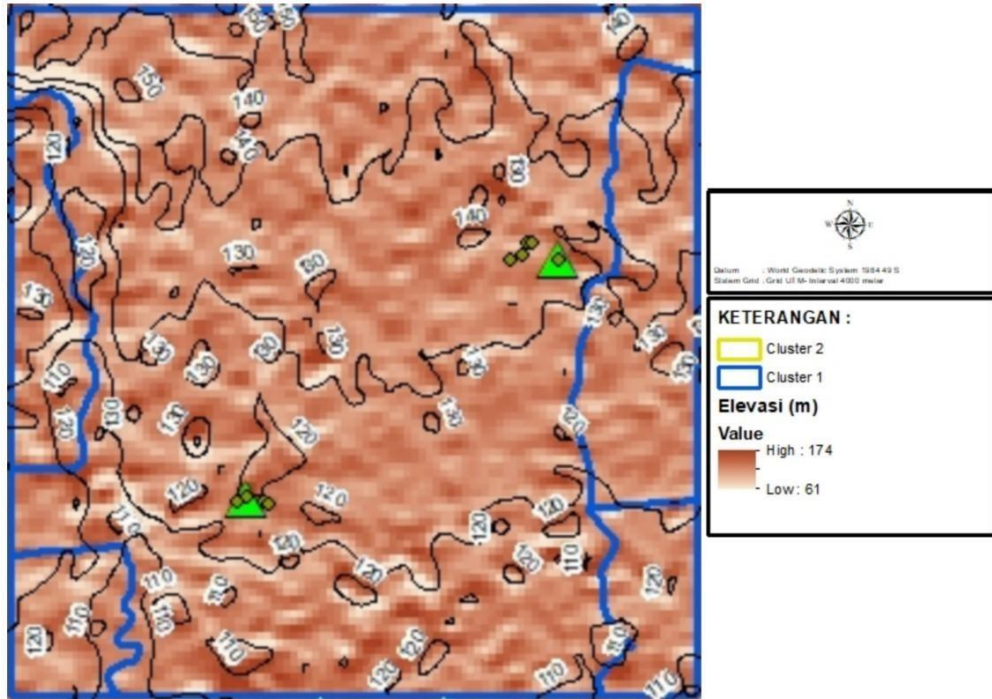
Keberadaan total *coliform* dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya. Dimana jarak jamban atau WC dan sumber pencemar lainnya yang berdekatan dengan sumur akan menambah cemaran dan sumur yang diletakkan pada tempat yang tidak bersih akan menambah keberadaan total *coliform*. Menurut hasil penelitian Khomariyatika (2011) menyatakan bahwa variabel yang berhubungan dengan kualitas bakteriologis air tanah pada sumur yaitu letak sumur dan jarak jamban. Letak sumur dan jarak jamban merupakan faktor risiko kualitas bakteriologis air sumur gali.

4.2 Faktor-Faktor yang berhubungan dengan Sebaran Kualitas Air Tanah Sekitar IPAL Komunal

Dalam menganalisis persebaran kualitas air tanah digunakan data pendukung yang dapat mempengaruhi kualitas air tanah yaitu antara lain arah aliran air tanah, penggunaan lahan (*land use*), dan jenis tanah.

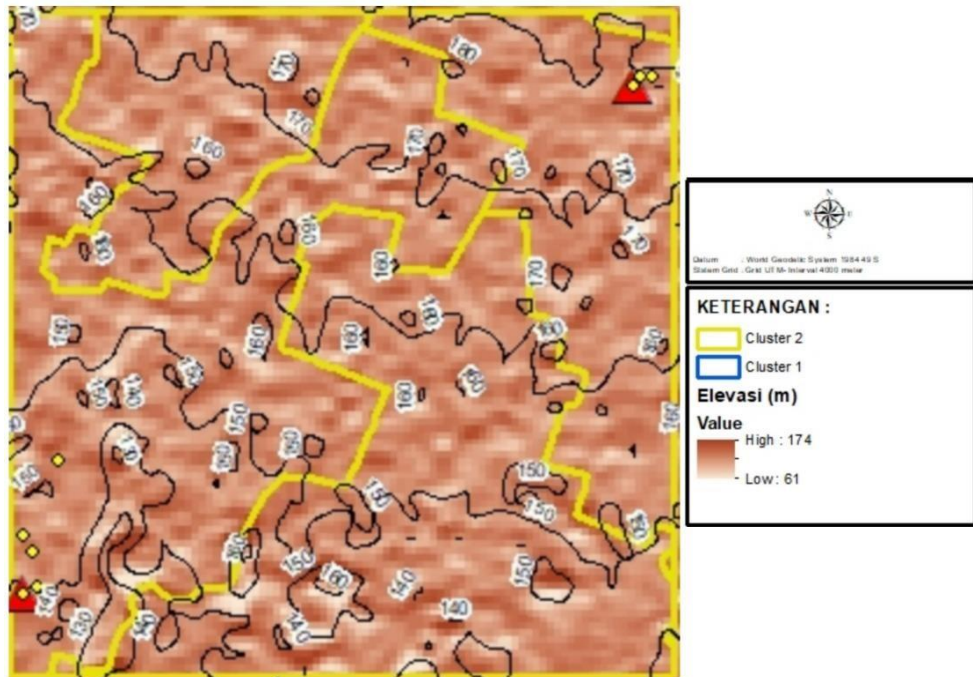
4.2.1 Arah Aliran Air Tanah

Berikut merupakan hasil analisis arah aliran air tanah pada *cluster* 1 dan *cluster* 2.



Gambar 4.13 Arah aliran *Cluster 1*

Pada gambar 4.8 dan gambar 4.9 diketahui arah aliran air tanah yang telah dilakukan pada pengolahan data arah aliran pada sub bab 3.4.4 didapatkan arah aliran pada masing-masing *cluster* bergerak dari arah utara menuju selatan dimana wilayah Kabupaten Sleman merupakan wilayah dataran, perbukitan dan pegunungan dengan ketinggian antara 100 m hingga 2500 m dimana bagian utara merupakan lereng Gunung Merapi serta ditunjukkan pula bahwa elevasi IPAL berada di bawah elevasi muka titik sumur pantau di tiap masing-masing *cluster*, sehingga dapat dikatakan bahwa arah aliran air tanah sumur pantau mengalir menuju masing-masing IPAL. Untuk peta lebih detail dapat di lihat pada **lampiran 20**.



Gambar 4.14 Arah aliran *Cluster 2*

Aliran air dipengaruhi oleh gaya gravitasi yang menarik secara vertikal ke bawah, air dan bergerak bebas ke seluruh arah dalam keadaan tanah lembab maupun kering. Kontaminasi persebaran pencemar yang dipengaruhi oleh arah aliran air tanah dimana pencemar mengalir ke elevasi yang lebih rendah, semakin rendah elevasinya maka cenderung mudah terkontaminasi.

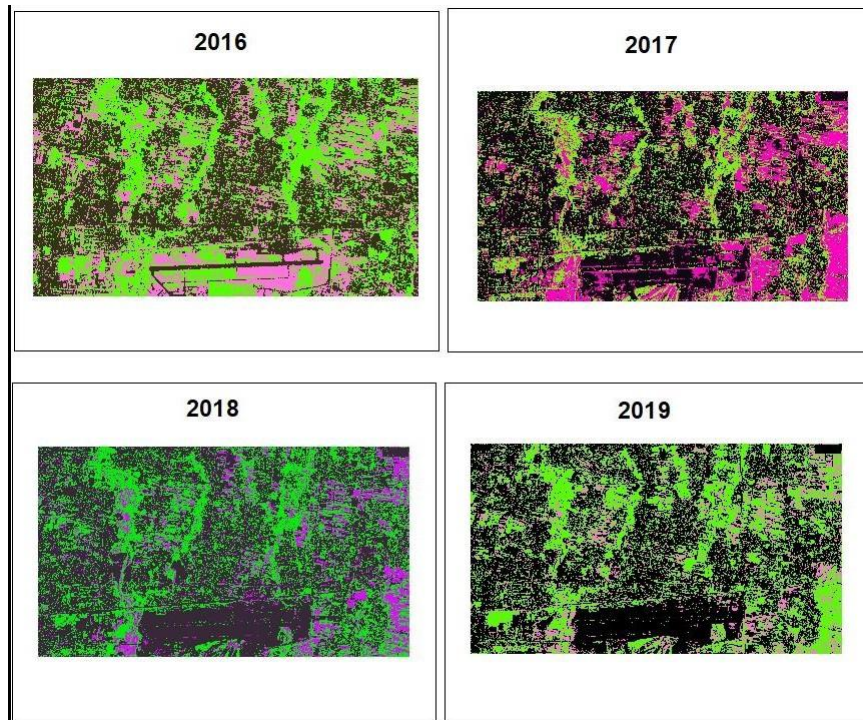
4.2.2 Jenis Tanah

Pada faktor alami salah satunya yaitu komposisi batuan atau geologi pada wilayah *study* atau *cluster* yang didominasi dari beradanya Gunung Merapi sehingga pada *cluster 1* dan *cluster 2* termasuk dalam endapan vulkanik muda yang secara umum memiliki kesuburan yang bagus dan bersifat *porous* yang mudah membuat air meresap serta termasuk jenis tanah regosol (Bappeda Sleman, 2020) yang mempunyai butiran kasar dan kemampuan menyerap air yang tinggi.

Menurut Soeparman dan Suparmin (2002) bahwa kondisi tanah di sekitar sumur memiliki pengaruh terhadap kondisi cemaran bakteri *Coliform* dalam tanah, dimana tingginya penyerapan air pada tanah meningkatkan laju kecepatan aliran air yang masuk ke dalam air tanah.

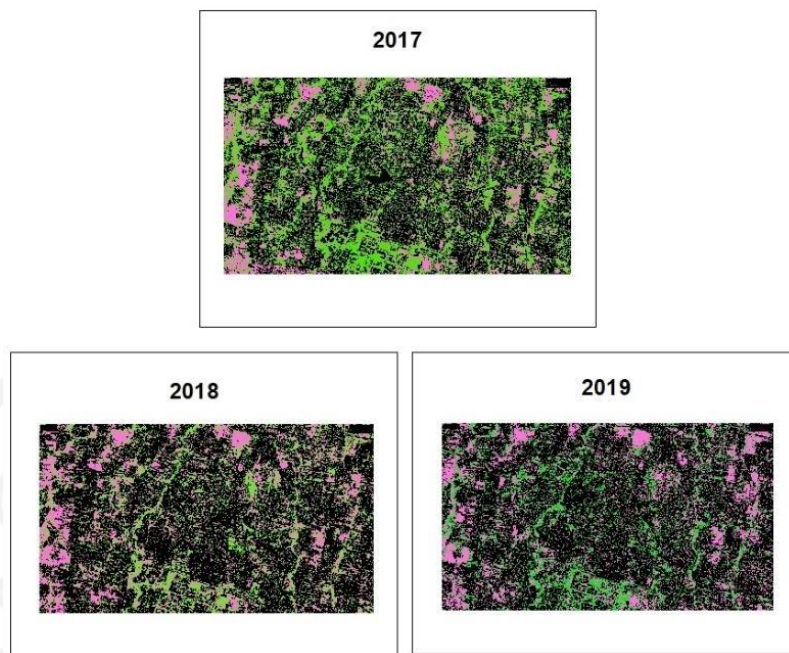
4.2.3 Penggunaan Lahan (*Land Use*)

Berikut merupakan hasil analisis penggunaan lahan (*land use*) pada *cluster* 1 dan *cluster* 2 di bawah ini.



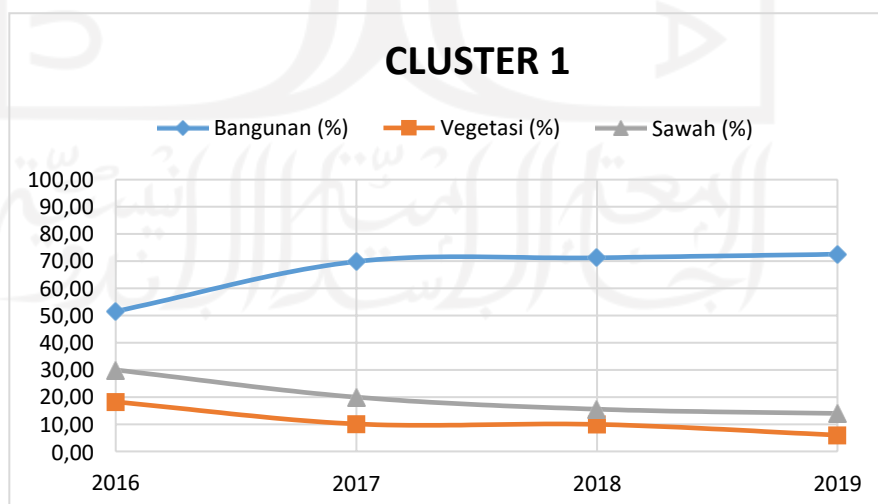
Gambar 4.15 *Land use Cluster 1*

Selain faktor alami, terdapat faktor non alami yaitu aktivitas manusia yang ditunjukkan dengan penggunaan lahan (*land use*) Pada gambar 4.10 dan 4.11 diketahui penggunaan lahan (*land use*) yang telah dilakukan pada pengolahan data sub bab 3.4.4 pada masing-masing *cluster*. Dimana pada tiap *cluster* sama-sama terjadi peningkatan di tiap tahunnya pada kelas bangunan, *Cluster* 1 dan *Cluster* 2 termasuk wilayah perkotaan.



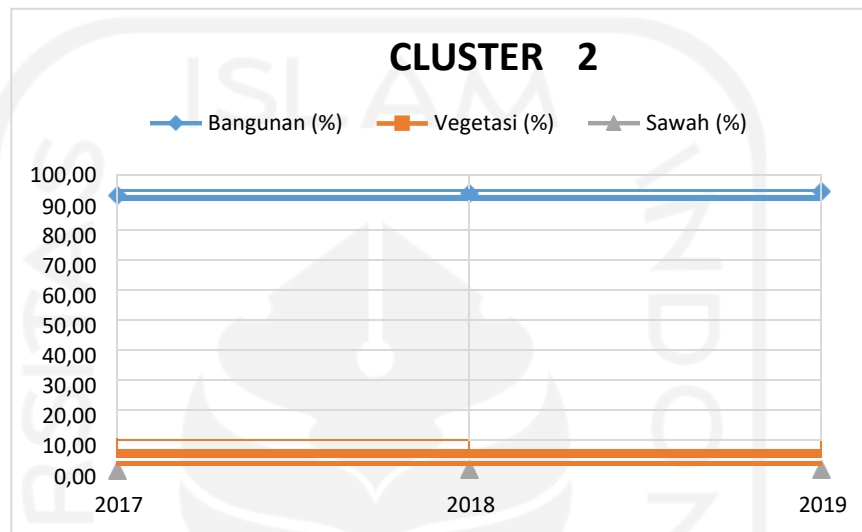
Gambar 4.16 Land use Cluster 2

Pada gambar 4.12 grafik penggunaan lahan *cluster 1* menunjukkan secara umum terjadi peningkatan trend pada kelas bangunan dari tahun ke tahun dimana pada tahun 2016 sebesar 51,61% dan pada tahun 2019 sebesar 72,60% terjadi peningkatan yaitu 21%, sementara pada kelas vegetasi dan sawah terjadi penurunan trend penggunaan lahan dimana pada vegetasi menurun hingga 12% dan sawah menurun hingga 16%.



Gambar 4.17 Grafik Land use Cluster 1

Pada gambar 4.13 di bawah ini grafik *land use* sama seperti *cluster 1* dimana, *cluster 2* juga mengalami peningkatan trend pada kelas bangunan dimana pada tahun 2017 sebesar 93,27% dan tahun 2019 sebesar 94,47 % terjadi peningkatan sebesar 1,2%. Lalu pada kelas vegetasi terjadi penurunan trend *land use* sebesar 1,12%. Sementara itu, pada kelas sawah terjadi penurunan pada tahun 2019 sebesar 0,08%.



Gambar 4.18 Grafik *Land use Cluster 2*

Aktivitas manusia pada penggunaan lahan sangat mempengaruhi kualitas air oleh bakteri patogen seperti total coliform, konsentrasi bakteri patogen dapat meningkat akibat limbah dari pemukiman ataupun industri. Semakin padat hunian suatu wilayah umumnya kualitas air tanahnya kurang baik karena semakin mudah tercemar dan memperbesar peluang bertambahnya sumber pencemar. Menurut Suharjo (2002) dampak perubahan penggunaan lahan menjadi lahan permukiman berpengaruh negatif terhadap kualitas air tanah.

4.2.4 Hasil Wawancara dan Observasi

Pada hasil wawancara dan observasi yang telah dilakukan pada sub bab 3.4.3 dimana telah dilakukan survei pada masing-masing IPAL Komunal dan sumur pantau. Berikut hasil data survei yang telah dilakukan

B. IPAL Komunal

Pada IPAL Komunal dilakukan penentuan status fungsi IPAL di tiap tahunnya berdasarkan analisis yang telah dilakukan sehingga didapatkan nilai skoring persentase status fungsi IPAL Komunal pada tabel 4.3 di bawah ini

Tabel 4.5 Skoring status fungsi IPAL

Status Fungsi IPAL	Presentase
Tanpa Keterangan	0%
Operasional tidak baik, terdapat kendala	33%
Operasional baik, terdapat kendala	67%
Operasional baik, tanpa kendala	100%

Tabel 4.6 Scoring IPAL Cluster 1

	Tahun	Status IPAL
IPAL SETYA BAKTI	2016	100%
	2017	67%
	2018	100%
	2019	100%
IPAL GUYUP RUKUN	2016	67%
	2017	100%
	2018	100%
	2019	100%

Pada tabel 4.4 Cluster 1 yaitu IPAL Setya Bakti mengelola sanitasi di RW.55 Sambilegi Lor namun memang belum semua warga menggunakan IPAL Komunal ini sebagian menggunakan *septic tank* masing-masing. IPAL ini dibangun pada tahun 2013 pada program oleh *Urban Sanitation and Rural Infrastructure* (USRI) yang diselenggarakan sebagai pendukung PNPM-Mandiri Kementerian Pekerjaan Umum (PU) yang ditunjukkan untuk program Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat (SPBM) dengan luas 160 m² dan jumlah pengguna 76 Sambungan Rumah, 76 KK, dan 304 jiwa.



Gambar 4.19 Observasi IPAL Setya Bakti (kiri: foto IPAL; kanan: foto *effluent* dari IPAL)

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Dari hasil observasi dan wawancara dengan pengelola IPAL Setya Bakti saat ini IPAL berjalan dengan baik dan optimal. Dimana pada bak kontrol sambungan rumah di cek oleh masing-masing pemilik rumah yang disarankan seminggu sekali oleh pengelola IPAL, respon dan kepedulian pemanfaatan IPAL sudah baik. Permasalahan terjadi di tahun 2017 dimana terjadi timbulan busa pada bak kontrol hal ini kemungkinan terjadi karena kandungan deterjen pada air limbah yang masuk ke IPAL terlalu tinggi dimana normalnya kandungan deterjen sebesar 5-10 ppm.

Pada cluster 1 IPAL Guyup Rukun dapat di lihat pada tabel 4.4 di atas. IPAL ini mengelola sanitasi di RW. 27 Kalongan dibangun pada tahun 2014 dari program Sanitasi Berbasis Masyarakat (Sanimas) Kementerian PU dengan luas 200 m² dengan jumlah pengguna 80 Sambungan Rumah, 80 KK, 270 jiwa dimana terdapat penambahan 1-2 sambungan rumah pada tiap tahunnya.



Gambar 4.20 Observasi IPAL Guyup Rukun (kiri: foto IPAL; kanan: foto *effluent* dari IPAL)

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Dari hasil observasi dan wawancara dengan pengelola IPAL Guyup Rukun saat ini IPAL berjalan dengan baik dan optimal. Untuk pemeriksaan IPAL memang tidak dilakukan secara rutin. Permasalahan terjadi di tahun 2016 terjadi kebocoran pada sambungan pipa layanan atau sambungan rumah, dimana diketahui saat terjadi penambahan sambungan rumah, hal ini kemungkinan menyebabkan kualitas air tanah (total *coliform*) di *cluster 1* pada tahun 2016 sangat tinggi pada area sekitar IPAL Komunal, dapat dilihat pada sub bab 4.1.1 parameter total *coliform* pada tahun 2016.

Tabel 4.7 Scoring IPAL Cluster 2

	Tahun	Status IPAL
IPAL SENGKAN SEHAT	2017	100%
	2018	100%
	2019	100%
IPAL GAWE MEREM	2017	33%
	2018	0%
	2019	0%

Pada *cluster 2* dapat dilihat pada tabel 4.5 di atas ini. IPAL Sengkan Sehat yang mengelola sanitasi di Joho, Condongcatur. Dibangun pada tahun 2014 dari

program Sanitasi Berbasis Masyarakat (Sanimas) Kementerian PU dengan luas 100m² dan jumlah pengguna layanan 66 Sambungan rumah, 66 KK, dan 270 jiwa.



Gambar 4.21 Observasi IPAL Sengkan Sehat (kiri: foto IPAL; kanan: foto *effluent* dari IPAL)

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Dari hasil observasi dan wawancara dengan pengelola IPAL Sengkan Sehat saat ini IPAL berfungsi dengan baik dan optimal, terdapat pula penambahan 5 sambungan rumah. Pada pemeriksaan rutin dilakukan tiap 6 bulan sekali namun selama pandemi *covid-19* ini di tahun 2020 belum ada pemeriksaan lagi. Pada IPAL Sengkan Sehat tidak terjadi permasalahan ataupun kendala yang cukup berarti sejauh ini.

Lalu pada *cluster 2* dilihat pada tabel 4.5 di atas, IPAL Gawe Merem yang terletak di Blunyah Gede, Mlati. Dibangun pada tahun 2008 dari program Sanitasi Berbasis Masyarakat (Sanimas) Kementerian PU dengan luas 72 m². Pada IPAL Gawe Merem permasalahan telah terjadi di tahun 2017 sebelumnya dimana IPAL sudah tidak berfungsi dengan optimal mengingat umur IPAL yang sudah lebih dari 10 tahun. Hal ini menyebabkan rumah-rumah yang memakai IPAL Gawe Merem sudah tidak dapat menggunakan fasilitas tersebut dimana memungkinkan meningkatnya parameter kualitas air tanah, dapat dilihat pada sub bab 4.1.2 dimana parameter nitrit meningkat dan parameter nitrat serta total *coliform* yang tinggi hingga melebihi baku mutu.



Gambar 4.22 Observasi IPAL Gawe Merem (kiri: foto IPAL; kanan: foto *effluent* dari IPAL)

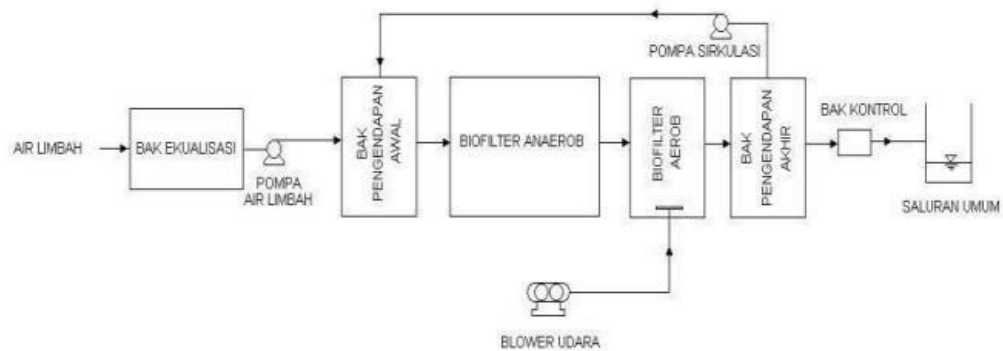
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Teknologi IPAL Komunal

Teknologi IPAL pada wilayah studi menggunakan teknologi Anaerobik. Dengan menggunakan proses ini, polutan organik di dalam air limbah akan terurai menjadi gas karbon dioksida dan metana tanpa menggunakan energi (*blower* udara). Proses pengolahan air limbah dimulai dimana seluruh air limbah dialirkan menuju bak pengumpul atau bak ekualisasi, selanjutnya dari bak ekualisasi air limbah dipompa ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai lumpur (*sludge digestion*) dan penampung lumpur. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke reaktor anaerob. Di dalam reaktor anaerob terjadi penguraian zat-zat organik dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fakultatif aerobik, selanjutnya air dialirkan ke bak pengendap akhir yang selanjutnya akan mengalir ke bak kontrol dan dibuang ke saluran.

Teknologi IPAL yang digunakan saat ini, menurut uji yang telah dilakukan pada sub bab 4.1 dengan parameter nitrat dan total *coliform* belum mampu menurunkan kadar di bawah baku mutu. Dengan menggunakan teknologi anaerob saja hanya dapat menurunkan polutan organik (BOD, COD) dan padatan

tersuspensi (TSS), agar hasil olahan dapat memenuhi baku mutu, dari proses anaerob selanjutnya diproses menggunakan biofilter aerob dan dilakukan disinfeksi dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganismen patogen seperti total *coliform*. Dengan proses biofilter aerob polutan organik yang masih tersisa akan terurai menjadi gas karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O), amoniak akan teroksidasi menjadi nitrit selanjutnya akan menjadi nitrat, sedangkan gas H₂S akan diubah menjadi sulfat. Dengan proses biofilter anaerob-aerob dapat dihasilkan air olahan dengan kualitas yang baik dengan menggunakan konsumsi energi yang lebih rendah (Said, 2018). Berikut merupakan Diagram alir proses Biofilter Anaerob-Aerob menurut Said tahun 2017



Gambar 4.23 Flow Diagram Proses Biofilter Anaerob-Aerob

C. Sumur Pantau

Berikut merupakan hasil survei sumur pantau pada *cluster 1* dan *cluster 2*

Tabel 4.8 Hasil Survei Sumur Pantau *Cluster 1*

Cluster 1 Sampel	Kedalaman (m)	Jarak dengan sumber pencemar (m)	Usia sumur (thn)
1	10	202	20
2	10	10	23
3	8	153	-
4	10	8	-
5	10	132	-
6	7	156	25
7	10	202	20
8	10	10	23
9	10	8	-

10	10	132	-
11	7	156	-
12	8	9	10
13	10	202	20
14	10	10	23
15	8	153	-
16	10	115	-
17	10	132	-
18	7	156	25

Pada survei sumur pantau diketahui kedalaman sumur, jarak sumur dengan sumber pencemar, dan usia sumur pantau. Berdasarkan survei yang telah dilakukan pada lokasi penelitian sumur pantau di cluster 1, secara fisik kondisi konstruksi sumur pantau masih cukup baik, terdapat sekitar 5 (28%) sumur pantau yang tidak memenuhi syarat sanitasi dan sebanyak 13 (72%) memenuhi persyaratan sanitasi. Salah satu diantaranya masih terdapat sumur pantau yang tidak berpenutup dan lantai sumur masih tanah, serta jarak sumur pantau dengan sumber pencemar yang kurang dari 10m. Sumber pencemar ini merupakan jarak *septic tank* yang digunakan oleh pemilik sumur pantau dan jarak sumur pantau ke IPAL yang diukur dengan citra *google earth*. Hal ini juga dapat menyebabkan tingginya kandungan total *coliform* pada sumur pantau seperti rembesan dari sumber pencemar yang berdekatan dengan sumber pencemar dimana dapat meningkatkan kontaminasi yang berasal dari kotoran manusia. Adapun pada kandungan nitrit dan nitrat lantai dimana lantai sumur yang tidak kedap air dapat menyebabkan masuknya kandungan nitrit dan nitrat yang berasal dari tanah.

Tabel 4.9 Hasil Survei Sumur Pantau *Cluster 2*

Cluster 2 Sampel	Kedalaman (m)	Jarak dengan sumber pencemar (m)	Usia sumur (thn)
1	10	53	-
2	10	8	25
3	7	269	-
4	10	190	15
5	7	269	-
6	10	53	-
7	10	8	25
8	10	190	15

9	10	9	10
10	10	8	25
11	10	190	15

Berdasarkan survei yang telah dilakukan pada lokasi penelitian sumur pantau di cluster 2, rata-rata kondisi konstruksi sumur pantau cukup baik, terdapat sekitar 3 (27%) sumur pantau yang tidak memenuhi syarat sanitasi dan sisanya sebanyak 8 (73%) memenuhi persyaratan sanitasi. Sama halnya dengan pemantauan pada cluster 1, masih terdapat sumur pantau yang tidak berpenutup lantai sumur yang tidak kedap air, dan jarak sumur pantau dengan sumber pencemar kurang dari 10m. sumber pencemar ini merupakan jarak *septic tank* yang digunakan oleh pemilik sumur pantau dan jarak sumur pantau ke IPAL yang diukur dengan citra *google earth*. Hal ini juga menyebabkan masuknya pencemar ke dalam sumur pantau sehingga dapat menyebabkan naiknya nitrit, nitrat, maupun total *coliform*.

Persyaratan sarana air sumur diantaranya yaitu lokasi sumur, lantai sumur yang kedap air, dan saluran pembuangan limbah. Konstruksi sumur merupakan hal yang harus diperhatikan, sumur yang terletak dengan sumber pembuangan tinja, saluran pembuangan air limbah dan lain-lain, apabila konstruksinya tidak baik dapat mempermudah zat-zat pencemar untuk masuk. Sumur gali merupakan salah satu sumber air bersih yang memanfaatkan air tanah dan mudah sekali untuk terkontaminasi.



Gambar 4.23 Observasi Sumur Pantau

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Menurut Joeharno (2006) konstruksi sumur yang tidak memenuhi syarat disebabkan oleh kurangnya pengetahuan pemilik sumur tentang persyaratan konstruksi sumur yang sesuai standard dan bahaya yang ditimbulkan apabila sumur tidak memenuhi syarat. Adapun aspek lain yaitu keadaan perekonomian dimana untuk membuat sumur dengan syarat konstruksi memerlukan dana yang lebih besar, serta lokasi sumur dengan saluran pembuangan yang tidak memenuhi syarat.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- a. Pada penelitian ini didapatkan bahwa persebaran kualitas air tanah terhadap keberadaan IPAL Komunal tidak secara langsung memiliki hubungan dilihat dari wilayah penelitian yang dilakukan, pola persebaran kualitas air tanahnya cenderung mengalami kenaikan, sedangkan dengan adanya keberadaan IPAL Komunal maka kualitas air tanahnya semakin baik atau nilai parameternya (nitrit, nitrat, dan total *coliform*) menurun. Selain itu terdapatnya faktor lain yang mempengaruhi kualitas air tanah di wilayah penelitian dimana disebabkan oleh faktor internal berupa kondisi sumur, jenis tanah, arah aliran air tanah dan faktor eksternal berupa penggunaan lahan dan status fungsi IPAL.
- b. Faktor – faktor yang diduga mempunyai pengaruh langsung terhadap kualitas air tanah pada wilayah studi antara lain:
 - Jenis tanah yaitu tanah regosol yang memiliki *porous* besar sehingga mempunyai kemampuan penyerapan atau pergerakan polutan yang tinggi.
 - Arah aliran air tanah dimana bergerak dari arah utara menuju selatan, serta ditunjukkan bahwa arah aliran air tanah sumur pantau mengalir menuju masing-masing IPAL.
 - Penggunaan lahan (*land use*) dimana terjadi peningkatan pada kelas bangunan, dan penurunan pada kelas vegetasi dan sawah ditiap tahunnya pada masing-masing *cluster*. Pada *cluster* 1 terjadi peningkatan kelas bangunan sebesar 21% menjadi 72,60% tahun 2016-2019, dan pada *cluster* 2 terjadi peningkatan kelas bangunan 1,2% menjadi 94,47% tahun 2017-2019 dimana hal ini dapat memberikan pengaruh terhadap kualitas air tanahnya.
 - Status fungsi IPAL Komunal dimana tiap IPAL Komunal memiliki kendalanya masing-masing antara lain kurang dilakukannya

pengecekan rutin pada IPAL Komunal, terjadi kebocoran pada sambungan rumah, dan sudah tidak berfungsinya operasional IPAL Komunal.

- Kondisi sumur pantau antara lain terkait kedalaman sumur yang rata-rata memiliki kedalaman 10m, jarak dengan sumber pencemar dimana terdapat beberapa sumur pantau yang memiliki jarak dengan sumber pencemar atau *septic tank* kurang dari 10m, usia sumur, dan terdapat beberapa sumur pantau yang tidak berpenutup, serta lantai sumur yang tidak kedap air sehingga memungkinkan mempengaruhi kualitas air tanah pada sumur pantau.

Dari beberapa faktor di atas sangat sulit menentukan faktor mana yang paling dominan dan sangat berpengaruh terhadap kualitas air tanah, dikarenakan faktor-faktor tersebut melalui mekanisme yang cukup kompleks dalam mempengaruhi kualitas air tanahnya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini maka saran yang didapat bahwa:

- a. Diperlukan adanya penambahan pemantauan titik sumur pantau yang berada di sekitar IPAL Komunal di Kabupaten Sleman untuk mengetahui kualitas air dengan adanya IPAL Komunal tersebut.
- b. Dalam penentuan titik sumur pantau yang dilakukan di tiap tahunnya, diusahakan pada pemantauan titik yang sama dan merata.
- c. Penunjukkan sebagai sumur pantau harus memenuhi persyaratan sanitasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Almasi, A., Jalalia, A., Toomanian, N. 2014. Using OK and IDW Methods For Prediction The Spatial Variability Of A Horizon Depth and OM in Soils of Shahrekord, Iran. *Journal of Environment and Earth Science*, Vol.4, No 15
- Abdurrivai, & N, S. 2017. Hubungan Kandungan Nitrat (NO₃) dan Nitrit (NO₂) Pada Air Lindi Dengan Kualitas Air Sumur Gali Di Kel.Bangkala Kec.Manggala Kota Makassar Tahun 2017. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 17(2), 1–10
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman.2020. *Kabupaten Sleman dalam Angka 2020*. Sleman
- Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta. 2020. *Provinsi DIY dalam Angka 2020*. Yogyakarta
- Bappeda Kabupaten Sleman. 2010. *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sleman*. Sleman
- Bisri, M. 2012. *Air Tanah*. Malang: UB Press
- Darwis. 2017. *Pengolahan Air Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQ
- Daryanto dan Mundiatur. 2015. *Pengelolaan Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gavamedia
- Djuwansah, dkk. 2009. Pencemaran Air Permukaan dan Air Tanah Dangkal di Hilir Kota Cianjur. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 19 (2): 109-121
- Nurmayanti, D dan Purwoko, D. 2017. *Kimia Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius
- Entjang, 2000. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung. PT. Citra Aditya Bakti
- Erkekoglu, P., Sipahi, H., dan Baydar, T., 2009. Evaluation of Nitrite in Ready Made Soups. *Food Anal. Methods*, 2:61-65
- Ganefati, S.P dkk. 2005. Pengelolaan Air Minum Sumur Gali Untuk Rumah Tangga Secara Aerasi, Filtrasi dan Desinfeksi. *Jurnal Tekling*. P3TP. BPPT. Vol. 6. No. 1. Yogyakarta.

- Hastuti, E dan Nuraeni, R. 2017. Pendekatan Sanitasi Pemulihan Kondisi Air Tanah di Perkotaan. *Teknologi Lingkungan*, 18(1), 70-79
- Hendrayana, H. 2013. Hidrogeologi Mata Air. *Teknologi Geologi*, 8(2).
- Hendrayana, H dan Vicente, V. 2013. Cadangan Air Tanah Berdasarkan Geometri dan Konfigurasi Sistem Akuifer Cekungan Air Tanah Yogyakarta-Sleman. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan*. 11-12 Desember. Universitas Gadjah Mada. 356-376
- Indrayani, E., Nitimulya, K.H., Hadisusanto, S., dan Rustadi, 2015. Analisis Kandungan Nitrogen, Fosfor dan Karbon Organik di Danau Sentani Papua. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 22(2):217-225.
- Joeharno. 2006. *Kualitas Air Berdasarkan Konstruksi Sumur Gali Di Wilayah Kerja Puskesmas Antang Kota Makassar Tahun 2006*. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin Makassar
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. *Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat Tangki Septik Dengan Up Flow Filter*. Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan: Jakarta
- Khomariyatika dan Eram. 2011. Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali. *Kemas*, 7(1):63-72
- Metcalf dan Eddy.2001. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, 4th edn. McGraw-hill.Inc. Chapter 8
- McQuillan, D. 2004. Ground-Water Quality Impacts from On-site Septic Systems. National Onsite Wastewater Recycling Association 13th Annual Conference. Albuquerque, New Mexico
- Muthaz, B., Rabbani, S., dan Ardiansyah, R. 2016. Studi Kualitas Air Minum di Desa Balo Kecamatan Kabaena Timur Kab.Bombana Tahun 2016. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 2(5)
- Prastistho, B. dkk. 2018. *Hubungan Struktur Geologi dan Sistem Air Tanah*. Yogyakarta: LPPM UPN Yogyakarta Press
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016. *Baku Mutu Air Limbah Domestik*. 9 Agustus 2016. Jakarta

- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010.
Persyaratan Kualitas Air Minum. 19 April 2010. Jakarta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. 14 Desember 2001. Jakarta
- Permana, Aang. 2019. Analisis Kedalaman dan Kualitas Air Tanah di Kecamatan Hulothalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17 (1)
- Prabowo, Rossi. 2017. Kadar Nitrit Pada Sumber Air Sumur di Kelurahan Meteseh Kec. Tembalang Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Cendekia Ekstata*
- Pramono, Gatot. 2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Maros, Sulawesi Barat. *Forum Geografi*, 22 (1)
- Prajawati, R. 2008. *Hubungan Konstruksi dengan Kualitas Mikrobiologi Air Sumur Gali*. Ruwa Jurai Vol (2)
- Republik Indonesia. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta
- Rompas, Tia., Rotinsulu, Wiske., Polli, J. 2017. Analisis Kandungan E-Coli dan Total Coliform Kualitas Air Baku dan Air Bersih PAM Manado dalam Menunjang Kota Manado yang Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Lingkungan*
- Said, Nusa Idaman, 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah - Teori dan Aplikasi*. Penerbit Erlangga Jakarta
- Said, Nusa Idaman. 2018. Teknologi Biofilter Anaerob-Aerob Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik. *Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan*. 20 September. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 99-108
- Santosa, Budi. 2007. *Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setiawan, dkk. 2016. Kondisi Sumur dan Pemodelan Arah Aliran Air Tanah Bebas Pada Bentuk Lahan FLuviomarin di Jakarta. *Jurnal Komunikasi dan Informasi Geografi*, 16 (2)

- Setiowati., Roto., Wahyuni, Endang. 2016. Monitoring Kadar Nitrit dan Nitrat Pada Air Sumur di Daerah Caturtunggal Yogyakarta dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(2): 143-148
- Setyowati, Rr. 2018. Studi Literatur Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air. *Jurnal Ilmu Teknik*, 12 (1)
- Suharjo, Sartono Putro., Anna, alif. 2006. Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air Tanah di Sukoharjo Sebagai Daerah Penyangga Kota. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, 7(1): 42 - 54
- Soegino. 2007. Dampak Perubahan Bentuk Lahan Pertanian menjadi Lahan Non Pertanian terhadap Kegiatan Sosial Ekonomi Masyarakat di Wilayah Kecamatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Soeparman., Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta : EGC
- Sugandhy, A. 2008. *Prinsip dasar Kebijakan Pembangunan Berkelanjutan Berwawasan Lingkungan*, Cet. I, Bumi Aksara, Jakarta.
- Suyono. 2004. Hidrologi Dasar. Diklat Kuliah. Yogyakarta: Fakultas Geografi.
- Teguh, M., Budiono. 2014. Kajian Potensi Air di Kecamatan Sleman dan Mlati Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Mineral*, 24(2)
- Ulfah, Maria. 2018. Pemanfaatan Air Permukaan dan Air Tanah. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018*. 20 Maret. *STIK Bina Husada*. 125-130
- Warren R. C and Spewing A. J. 1973. *Chemistry Outline*, volume 2 Electives, Perguson press.
- Wardani, dkk. 2017. Hubungan Konstruksi Sumur Gali dengan Kualitas Air Sumur Gali di Desa Tambaharjo Kecamatan Adimulyo Kabupaten Kebumen. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Masyarakat*, 37 (3)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Lampiran 1. Lokasi sumur pantau dan IPAL Cluster 1 dan Cluster 2 dan hasil kualitas air tanah

No	Kecamatan	Dusun	y	x	Sumur	y ipal	x ipal	IPAL	pH	Nitrit (mg/L)	Total Coliform	Nitrat (mg/L)
1	Depok	Sambilegi Lor	-7,77509	110,4362	Kran Sumur Bu Daliyo	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	7,07	0,001	294	7,009
2	Depok	Sambilegi Lor	-7,77454	110,4368	Kran Rumah Bpk Rubiyono	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	7,21	0,001	233	8,98
3	Depok	Sambilegi Lor	-7,77441	110,4368	Kran Rumah Bapak Tukiman	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	7,3	0,001	113	0,425
4	Depok	Kalongan	-7,7846	110,4264	Kran Rumah Ibu Tutik	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	7,33	0,003	1898	8,276
5	Depok	Kalongan	-7,78467	110,4255	Kran Luar Rumah Bpk Surono	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	7,22	0,001	32	0,001
6	Depok	Kalongan	-7,78471	110,4267	Kran Luar Rumah Bpk Salim	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	7,16	0,003	1898	5,891
7	Depok	Sambilegi Lor	-7,77454	110,4371	Kran depan Pak Sudiman	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	7,78	0,006	0	6982
8	Depok	Sambilegi Lor	-7,7749	110,4367	Kran depan Pak Sukimin	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	7,83	0,005	0	6966
9	Depok	Kalongan	-7,7846	110,4264	Kran depan Bu Tutik	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	7,49	0,008	0	9721
10	Depok	Kalongan	-7,78467	110,4255	Kran depan Pak Surono	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	7,62	0,005	0	9211
11	Depok	Kalongan	-7,78467	110,4255	Kran Luar Bapak Surono	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	6,66	0,001	1,8	
12	Depok	Kalongan	-7,7846	110,4264	Kran Luar Ibu Tutik	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	6,69	0,01	1600	
13	Depok	Sambilegi Lor	-7,77454	110,4371	Kran Depan Bpk. Sudiman	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	6,66	0,021	130	

14	Depok	Sambilegi Lor	-7,7749	110,4367	Kran Depan Bpk. Sukimin	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	6,7	0,008	540	
15	Depok	Sambilegi Lor	-7,77454	110,4371	Kran Depan Bpk. Sudiman	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	7,93	0,013	350	
16	Depok	Sambilegi Lor	-7,7749	110,4367	Kran Depan Bpk. Sukimin	-7,77508	110,4381	Setya Bhakti	7,24	0,007	350	
17	Depok	Kalongan	-7,78467	110,4255	Kran Luar Bapak Surono	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	7,18	0,001	11	
18	Depok	Kalongan	-7,7846	110,4264	Kran Luar Ibu Tutik	-7,78453	110,4259	Guyup Rukun	7,5	0,005	1600	

No	Kecamatan	Dusun	y	x	Sumur	y ipal	x ipal	IPAL	pH	Nitrit (mg/L)	Total Coliform	Nitrat (mg/L)
19	Depok	Sengkan	-7,74582	110,3919	Kran Luar Pak Sumarno	- 7,74623	110,3916	Sengkan Sehat	7,39	0,008	0	6165
20	Depok	Sengkan	-7,7458	110,3924	Kran Luar Pak Hadi Sutrisno	- 7,74623	110,3916	Sengkan Sehat	7,47	0,007	0	8436
21	Mlati	Karangjati	-7,76442	110,3668	Bp. Nuryanto	- 7,76685	110,3667	Gawe Marem	6,36	0,0008	2	5,0678
22	Mlati	Karangjati	-7,76512	110,3672	Bp. Sulaiman	- 7,76685	110,3667	Gawe Marem	6,36	0,001	6,8	0
23	Mlati	Karangjati	-7,7614	110,3682	Masjid Immadul Muslimin	- 7,76685	110,3667	Gawe Marem	6,36	0,0031	6,8	7,8209
24	Depok	Sengkan	-7,745800	110,3924	Kran Luar Bpk. Hadi Sutrisno	-7,74623	110,3916	Sengkan Sehat	6,17	0,001	540	
25	Depok	Sengkan	-7,74582	110,3919	Kran Luar Bpk. Sumarno	-7,74623	110,3916	Sengkan Sehat	6,26	0,001	920	
26	Mlati	Blunyah gede	-7,76653	110,3673	Rumah Bp. Sugita	- 7,76685	110,3667	Gawe Marem	6,54	0,28	1,8	
27	Depok	Sengkan	-7,745800	110,3924	Kran Luar Bpk. Hadi Sutrisno	-7,74623	110,3916	Sengkan Sehat	7,08	0,004	350	

28	Depok	Sengkan	-7,74582	110,3919	Kran Luar Bpk. Sumarno	-7,74623	110,3916	Sengkan Sehat	7,16	0,001	540	
29	Mlati	Blunyah gede	-7,76653	110,3673	Rumah Bp. Sugita	- 7,76685	110,3667	Gawe Marem	6,18	0,311	430	

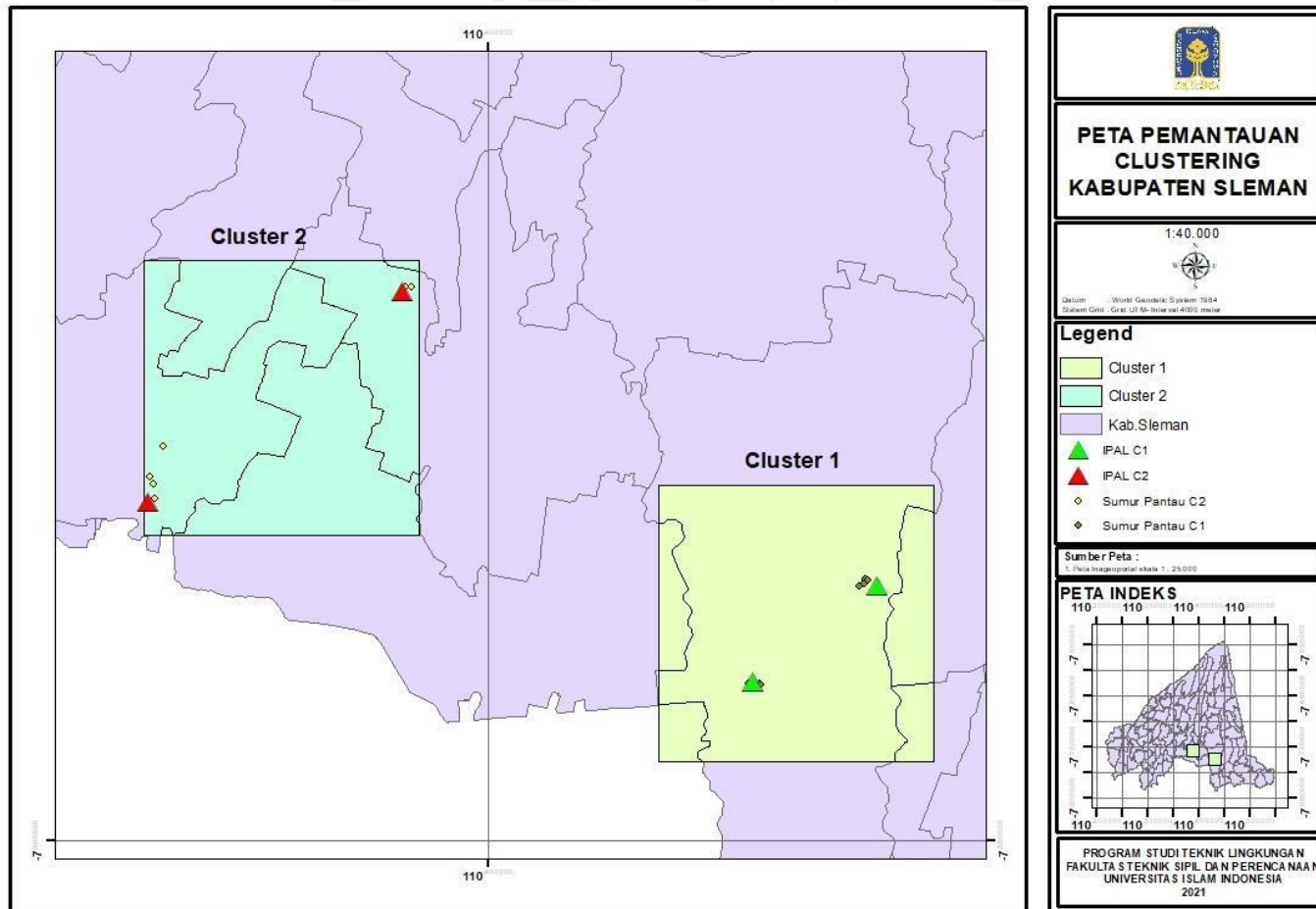


Lampiran 2. Dokumentasi Observasi dan wawancara

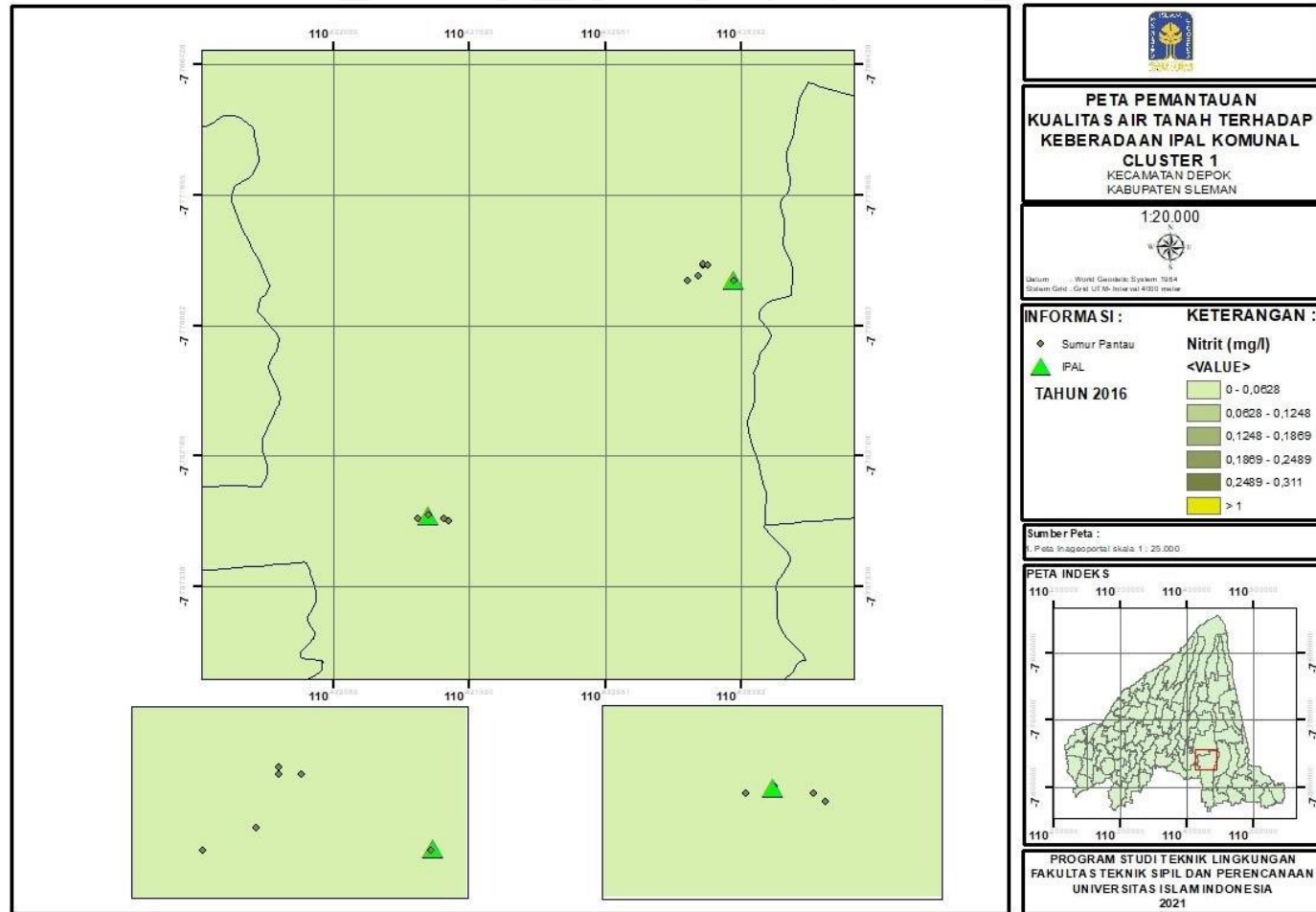


الجامعة الإسلامية
الاستاذة الدكتورة

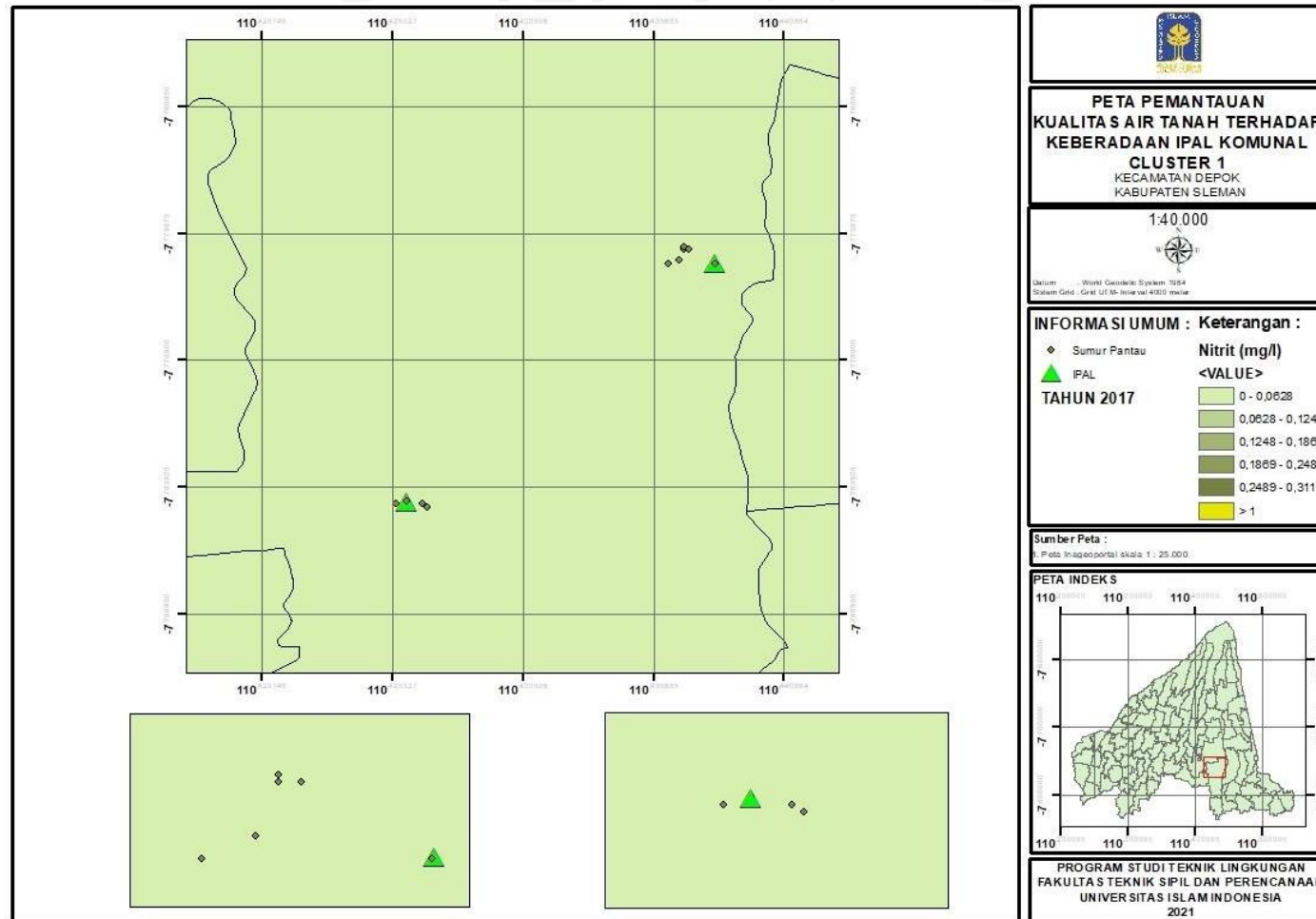
Lampiran 3. Peta Pemantauan Clustering



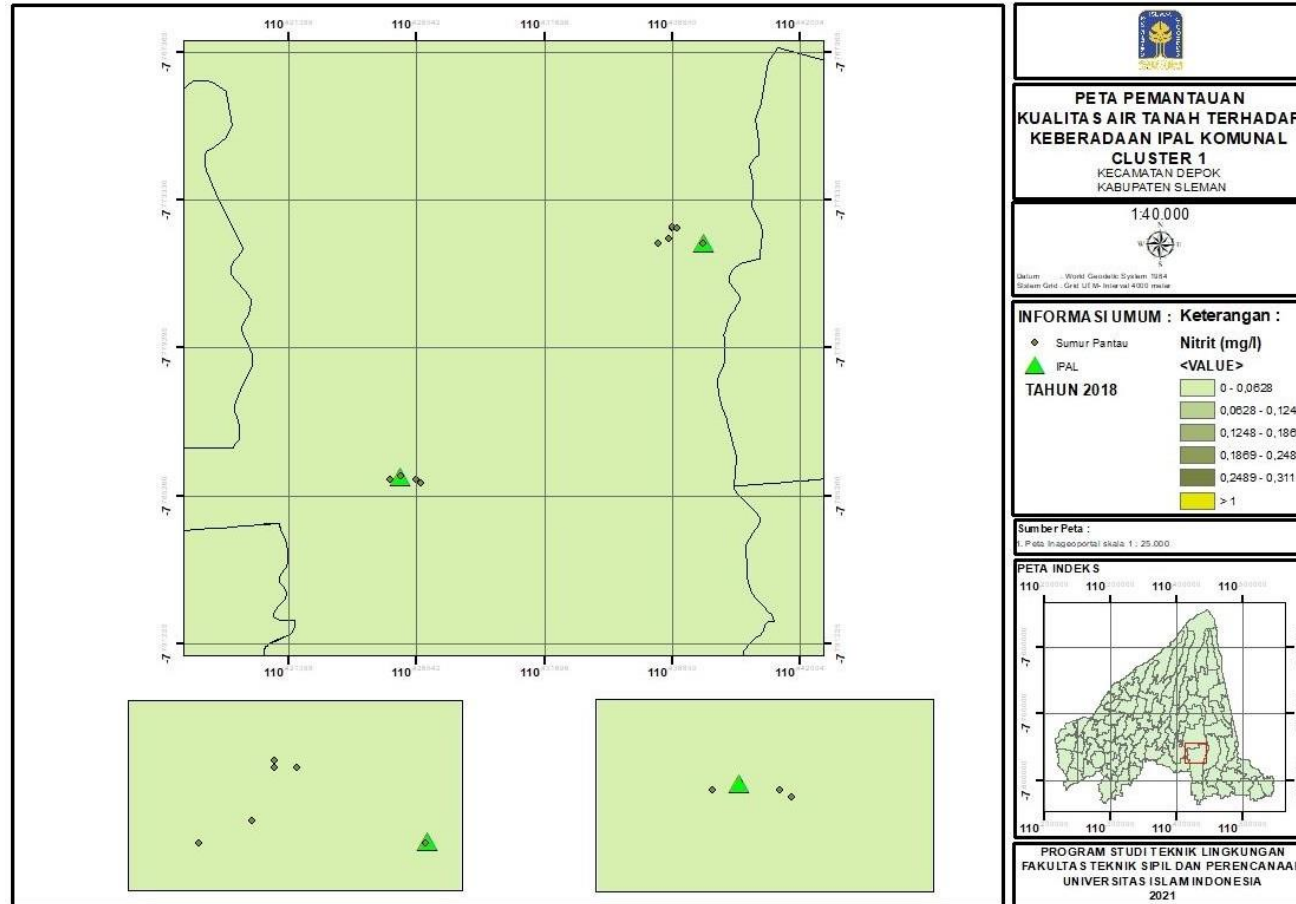
Lampiran 4. Peta Nitrit 2016 Cluster 1



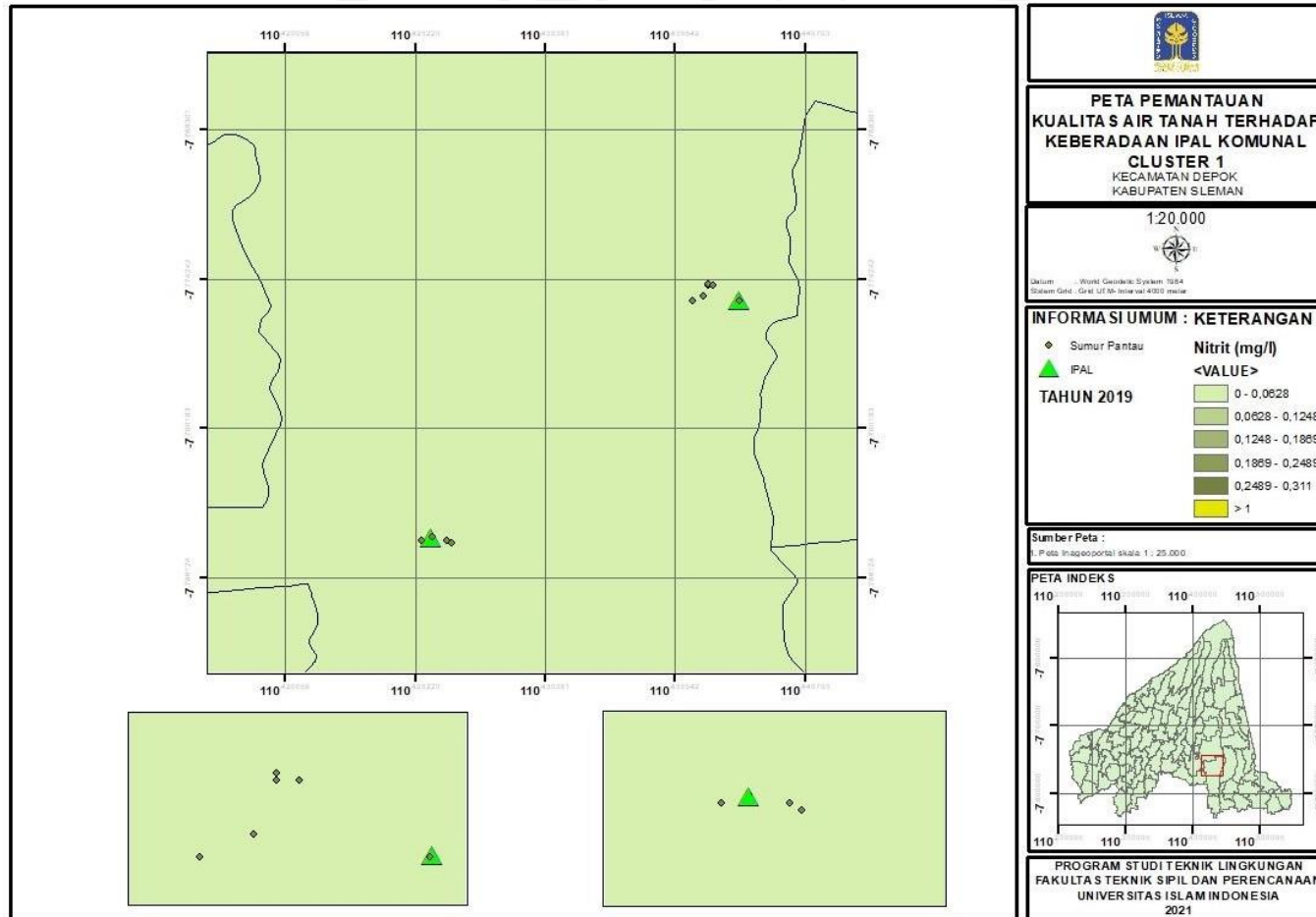
Lampiran 5. Peta Nitrit 2017 Cluster 1



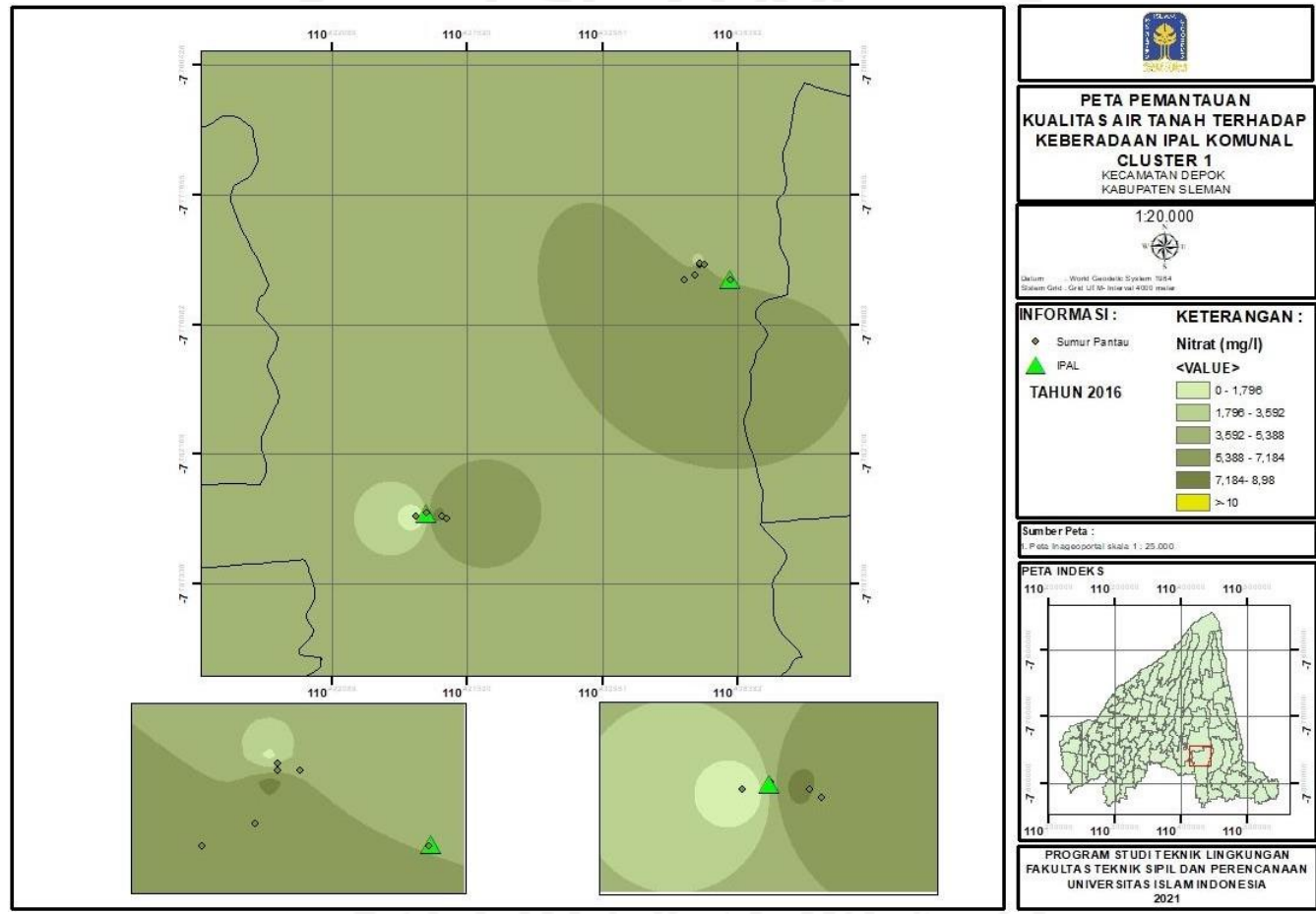
Lampiran 6. Peta Nitrit 2018 Cluster 1



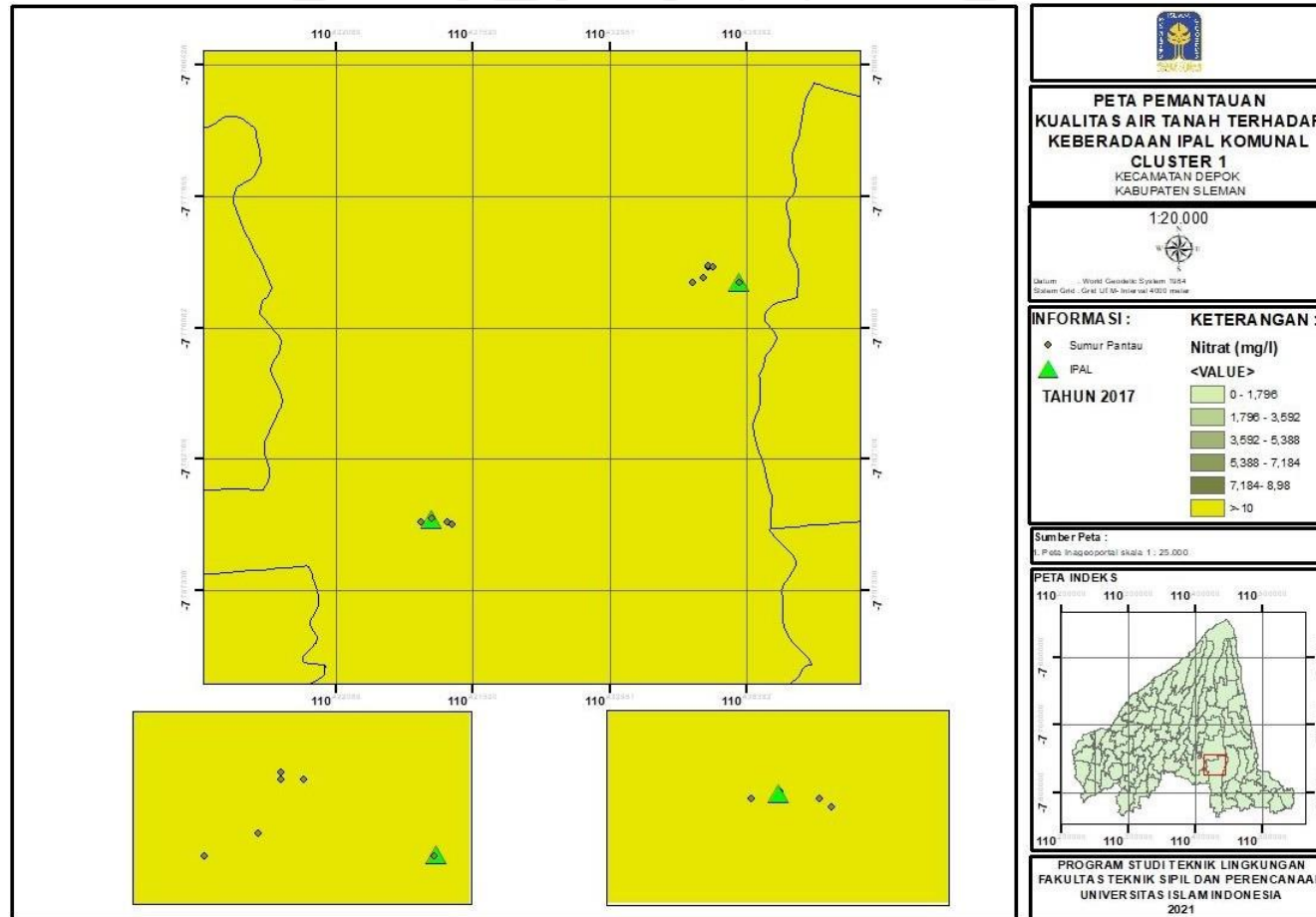
Lampiran 7. Peta Nitrit 2019 Cluster 1



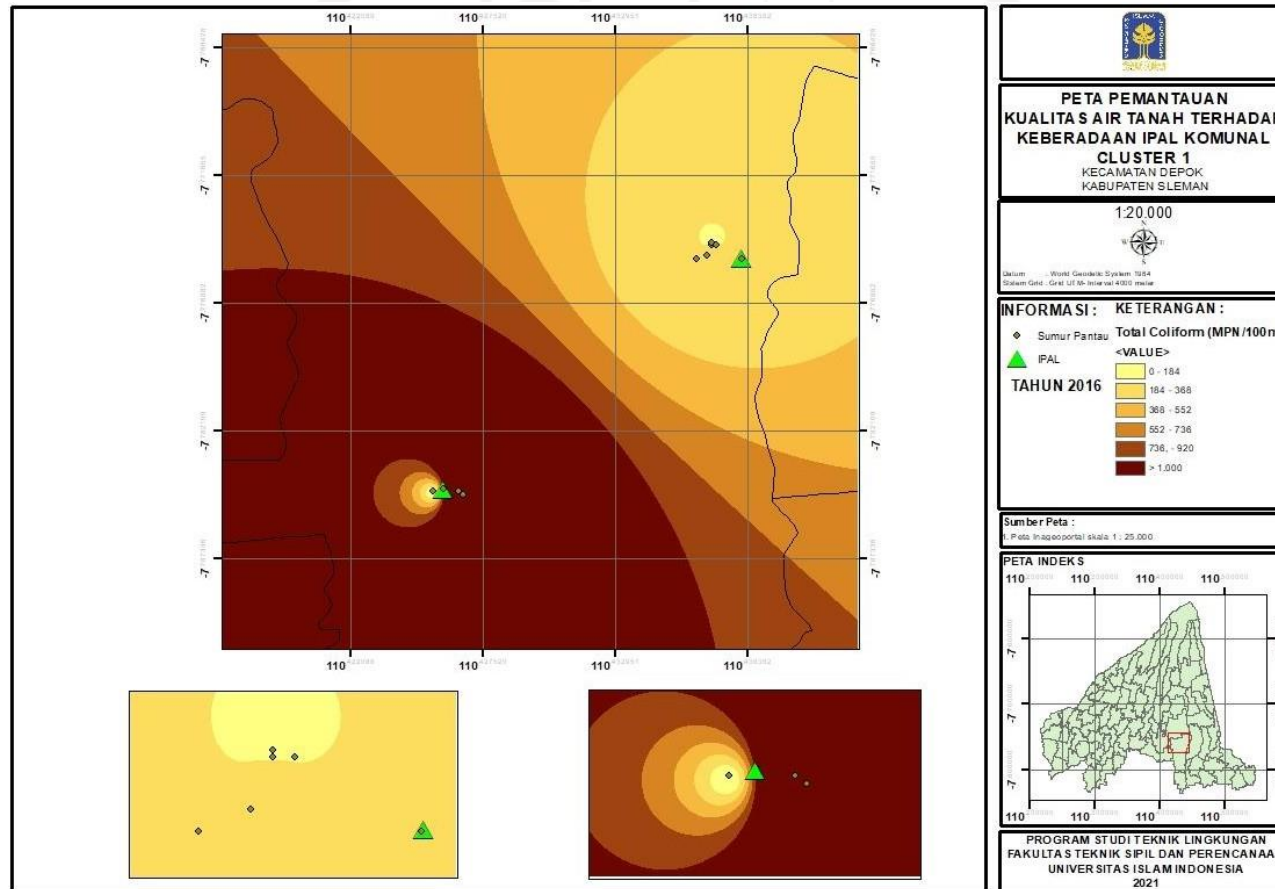
Lampiran 8. Peta Nitrat 2016 Cluster 1



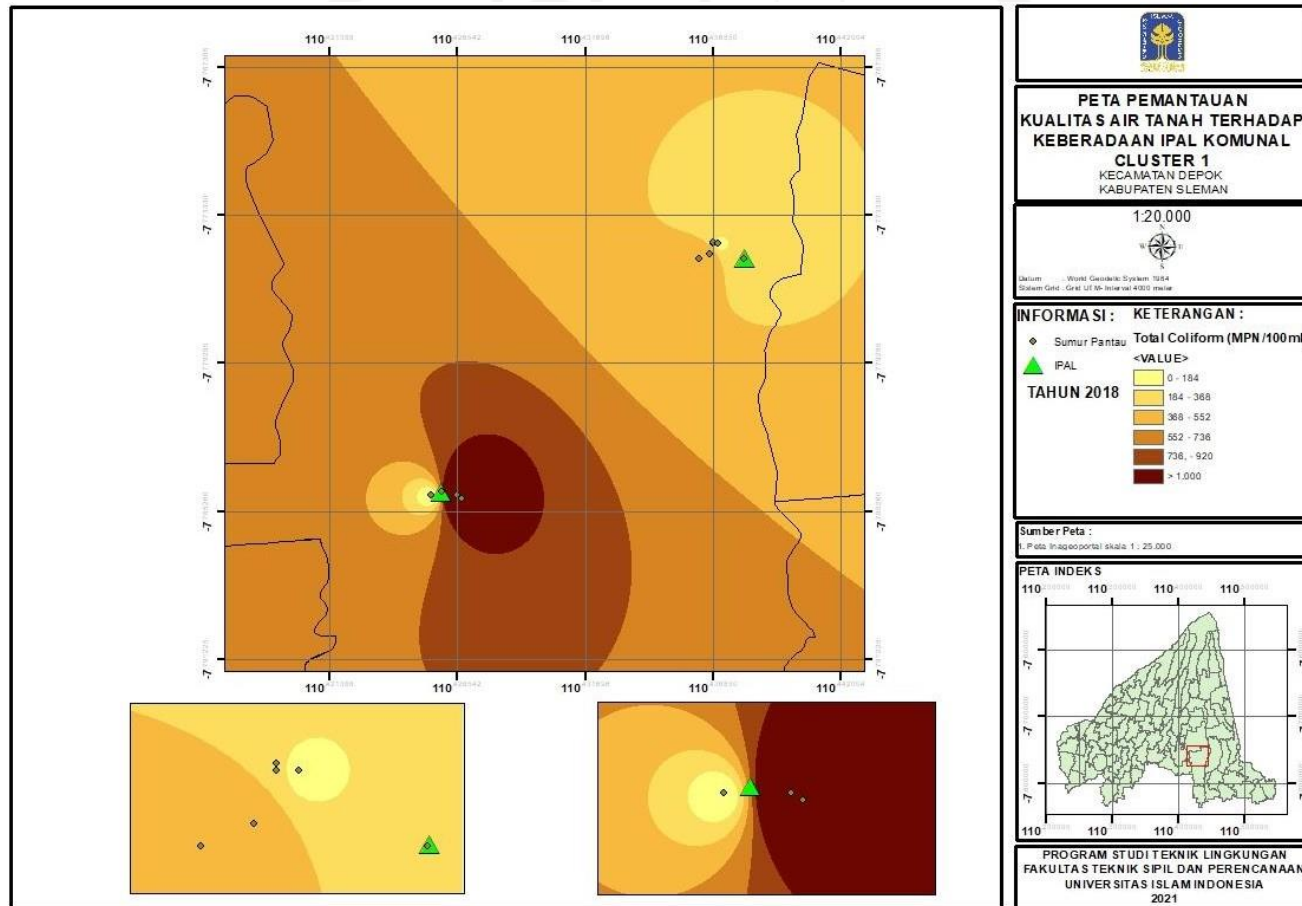
Lampiran 9. Peta Nitrat 2017 Cluster 1



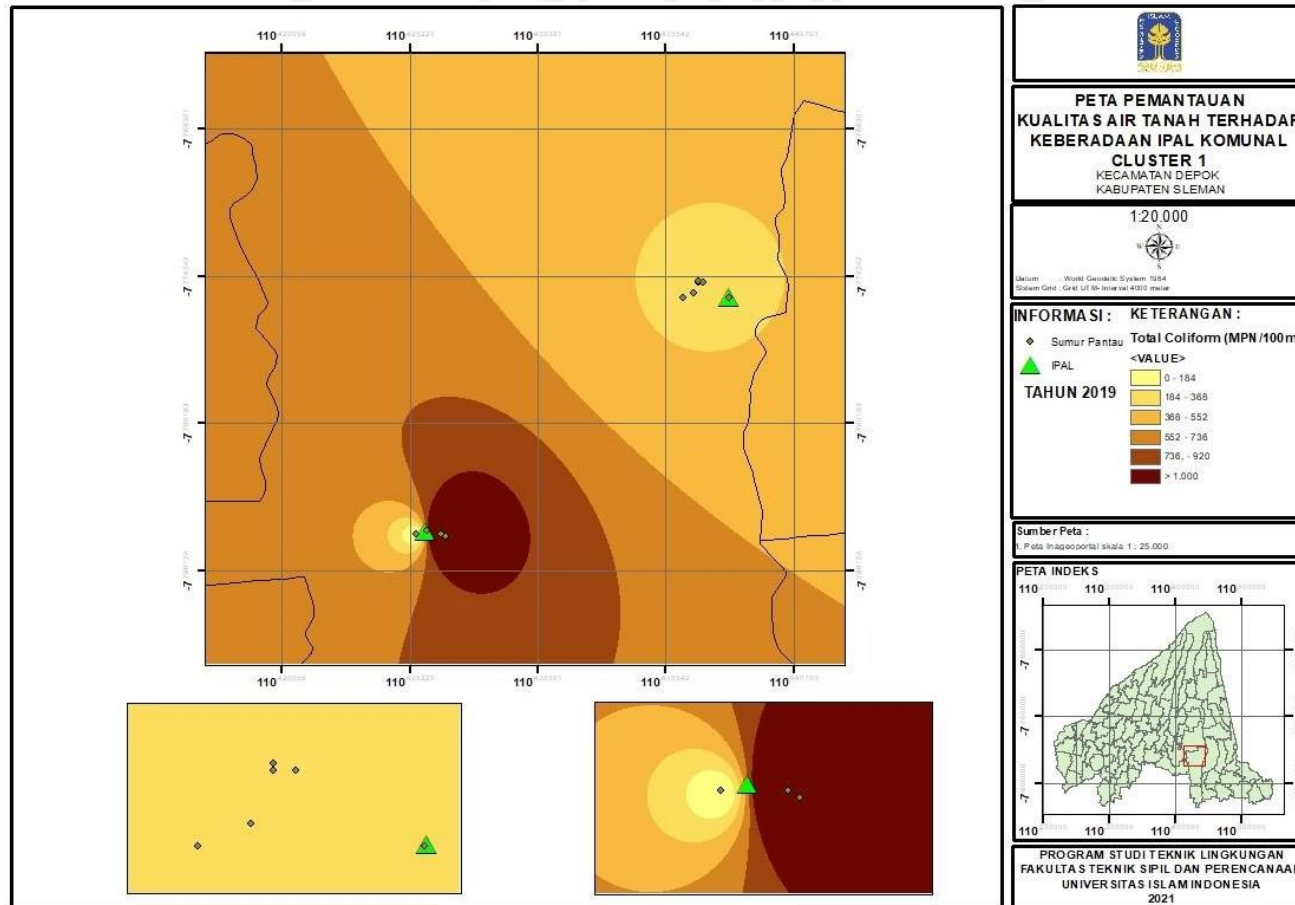
Lampiran 10. Peta Total Coliform 2016 Cluster 1



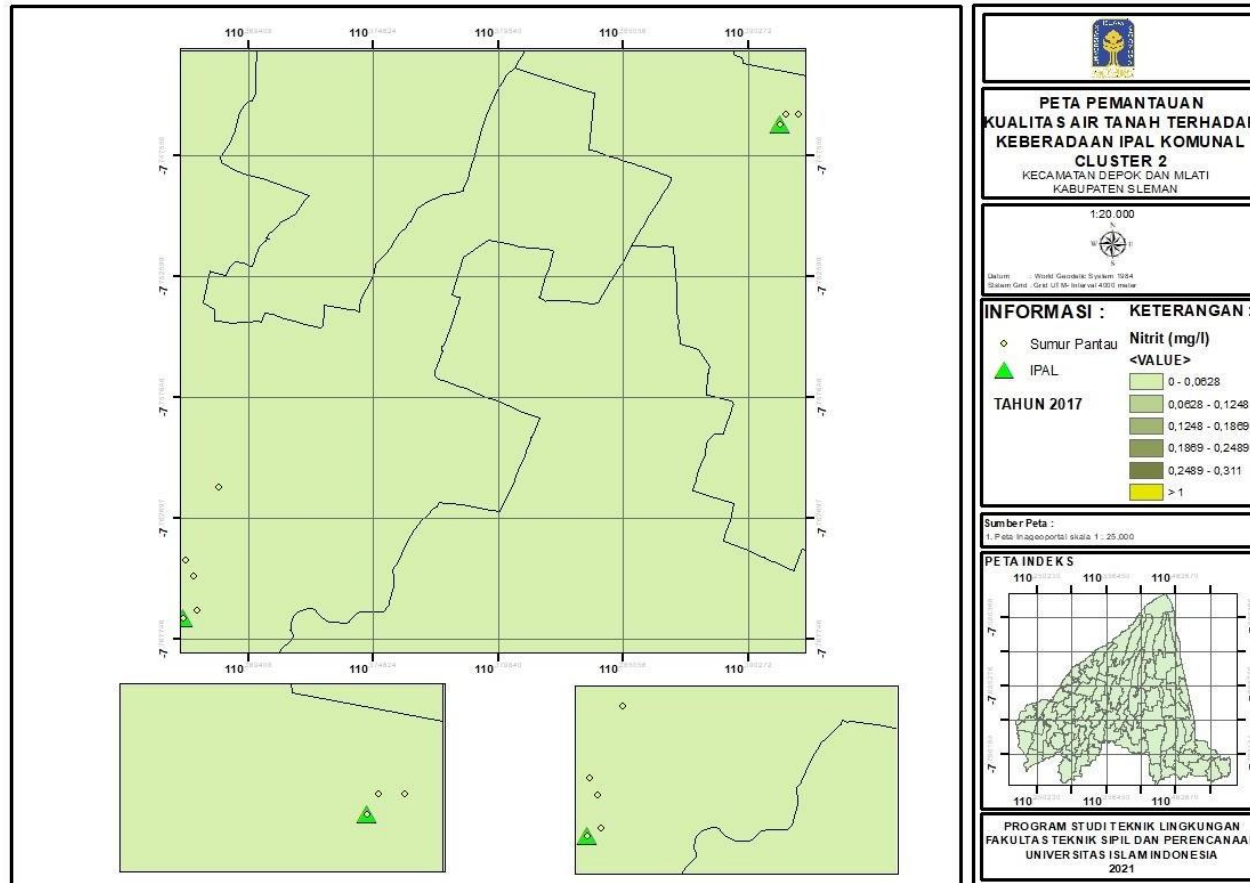
Lampiran 11. Peta Total Coliform 2018 Cluster 1



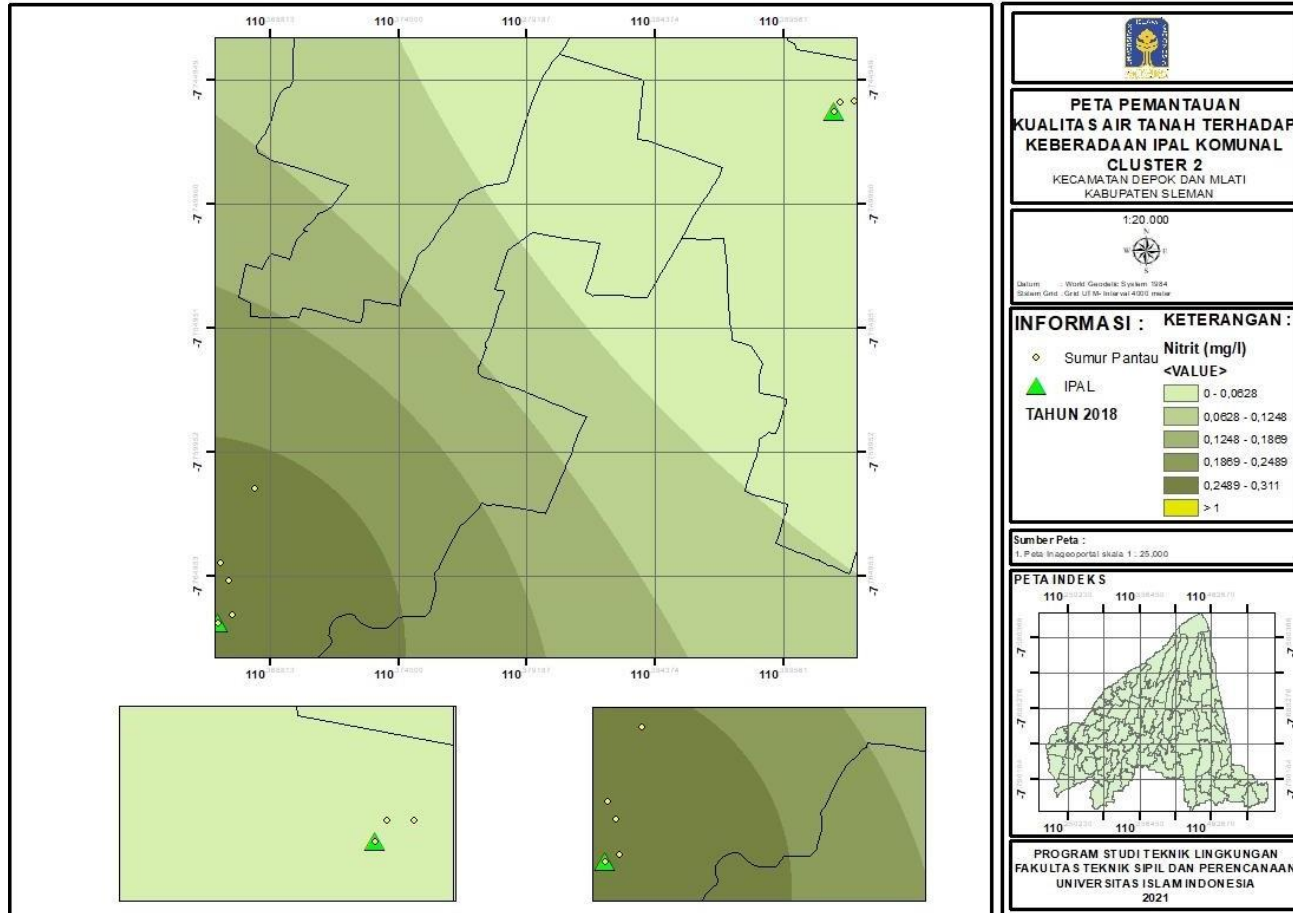
Lampiran 12. Peta Total Coliform 2019 Cluster 1



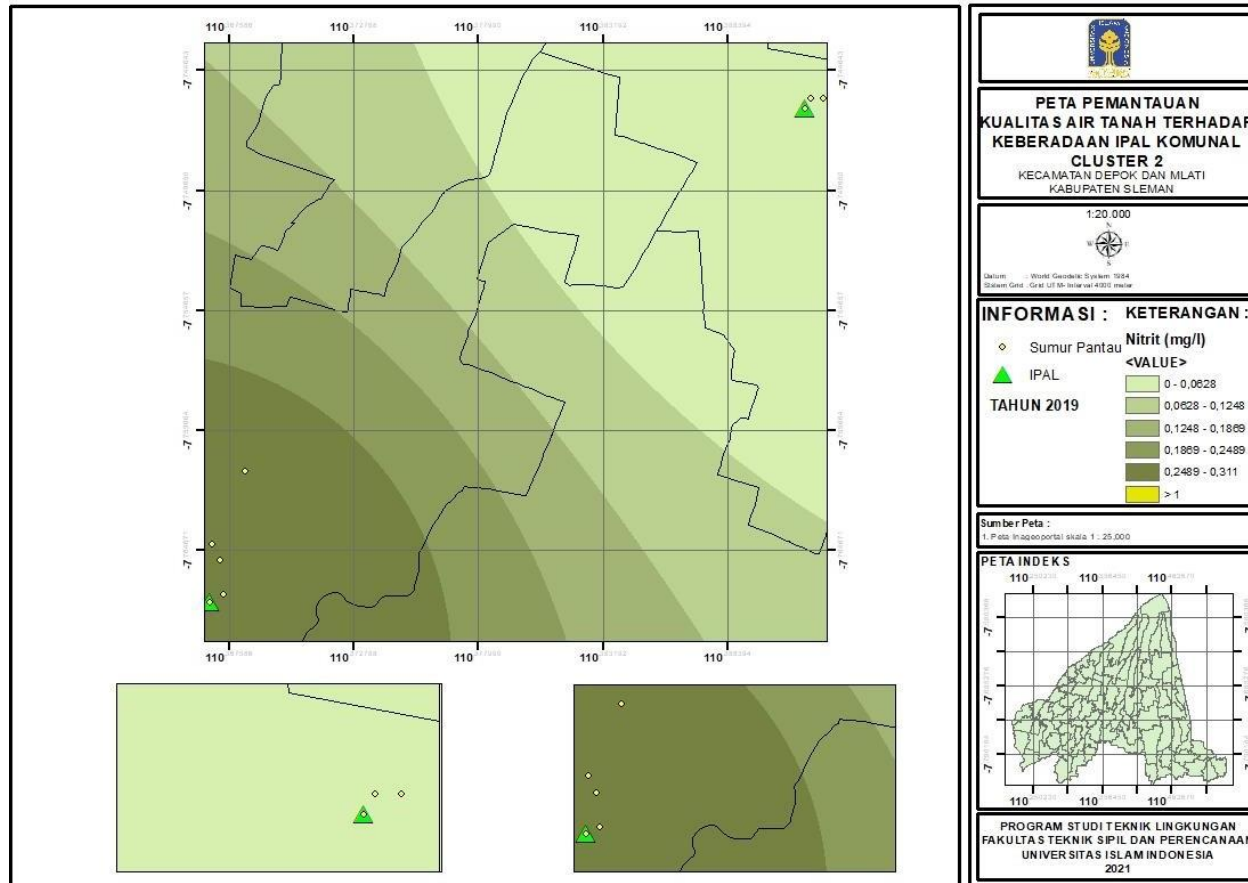
Lampiran 13. Peta Nitrit 2017 Cluster 2



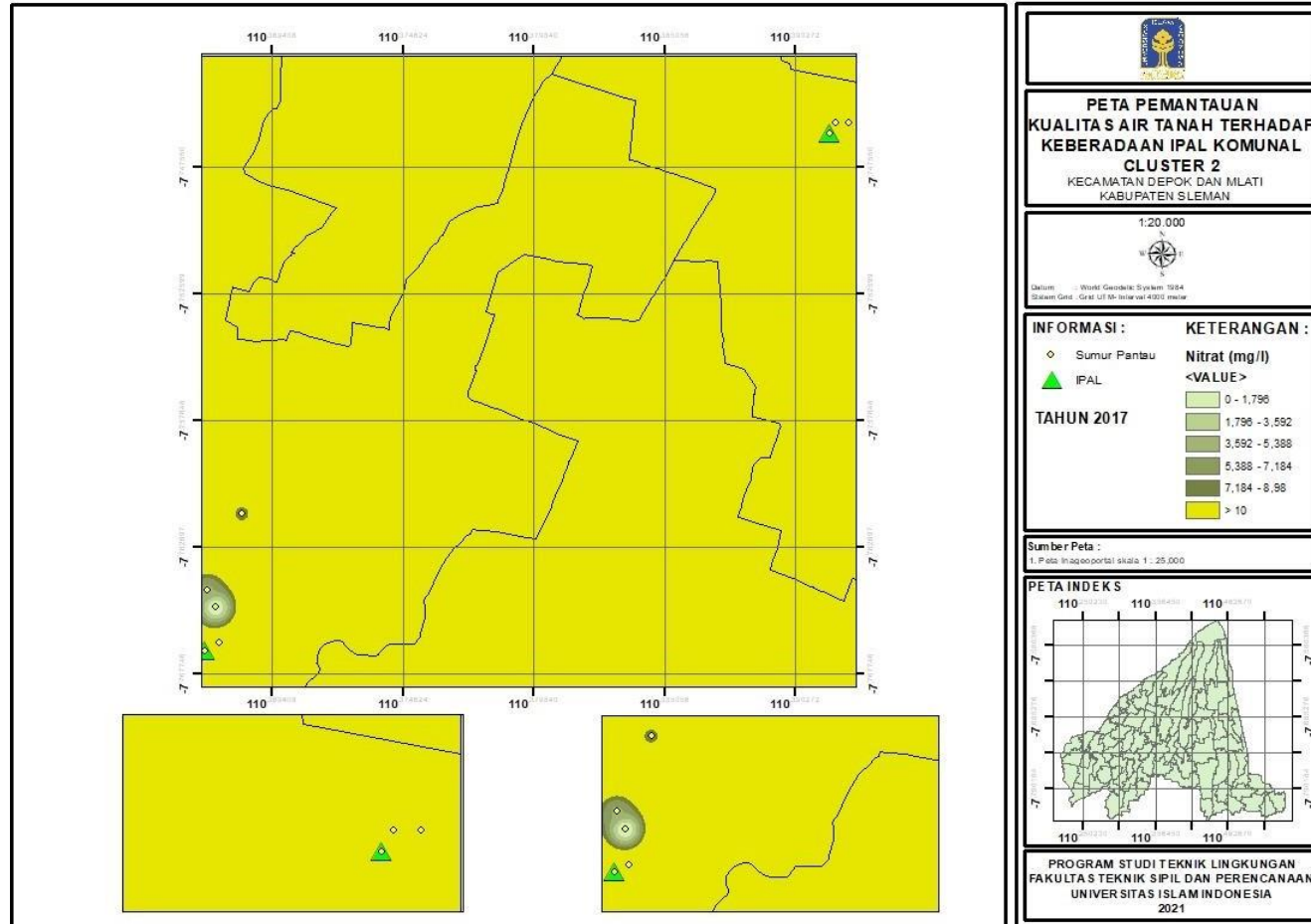
Lampiran 14. Peta Nitrit 2018 Cluster 2



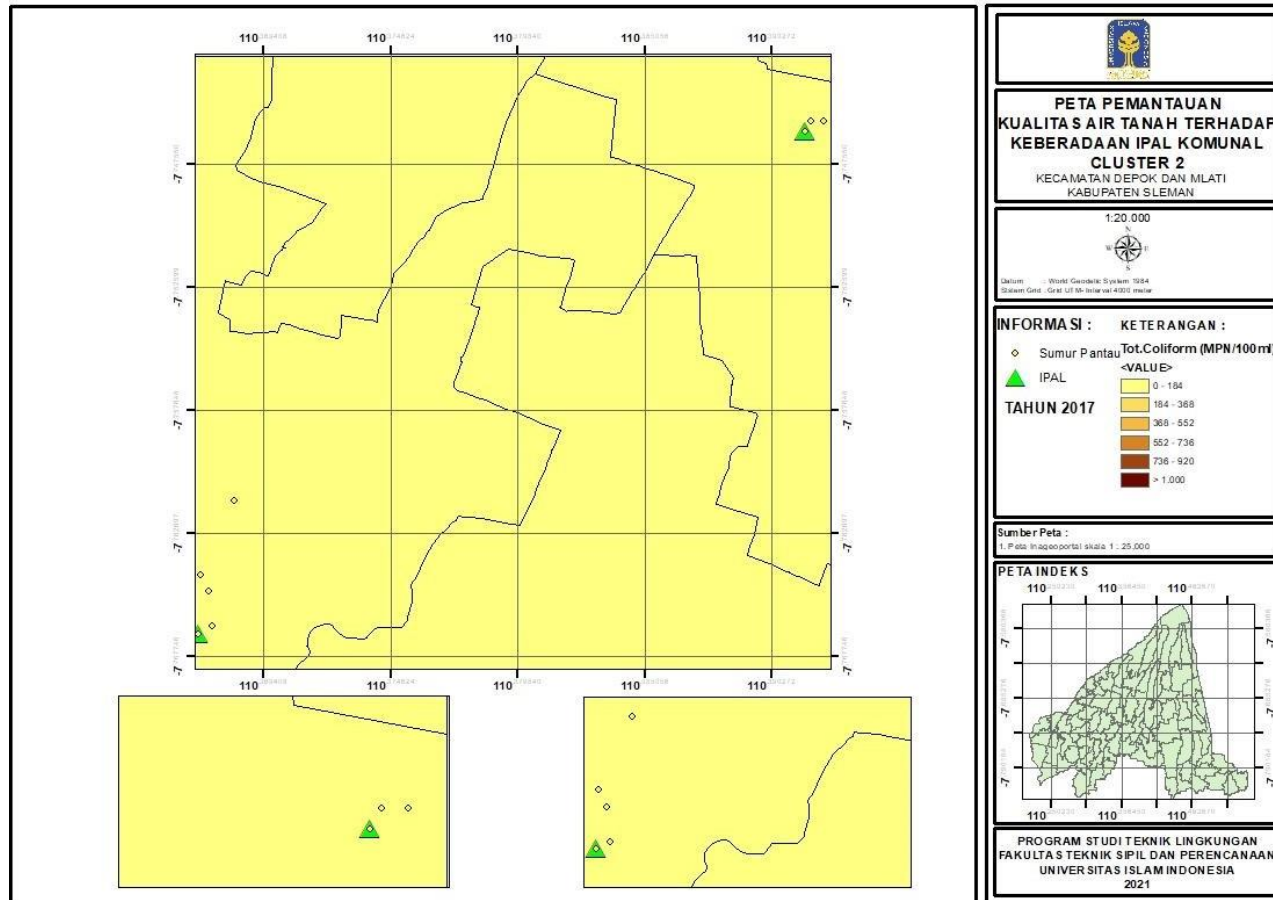
Lampiran 15. Peta Nitrit 2019 Cluster 2



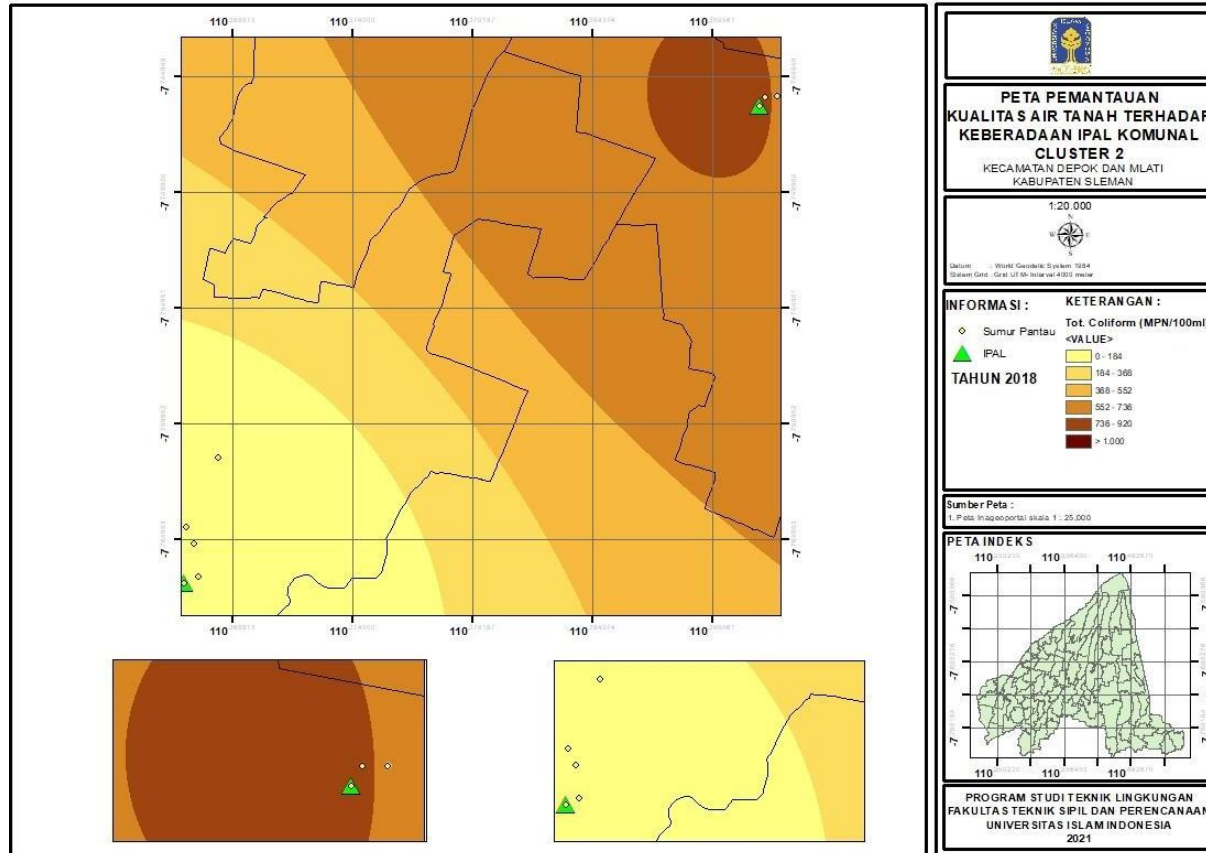
Lampiran 16. Peta Nitrat 2017 Cluster 2



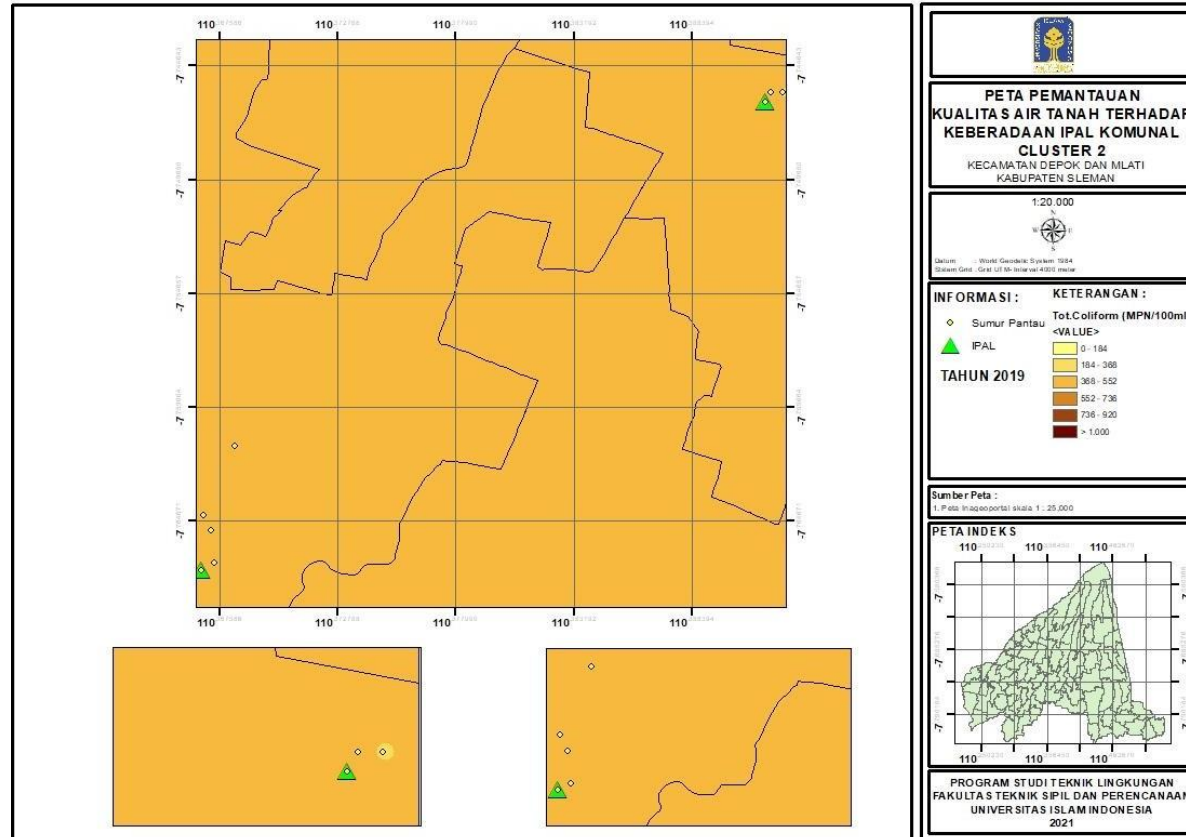
Lampiran 17 Peta Total Coliform 2017 Cluster 2



Lampiran 18 Peta Total Coliform 2018 Cluster 2

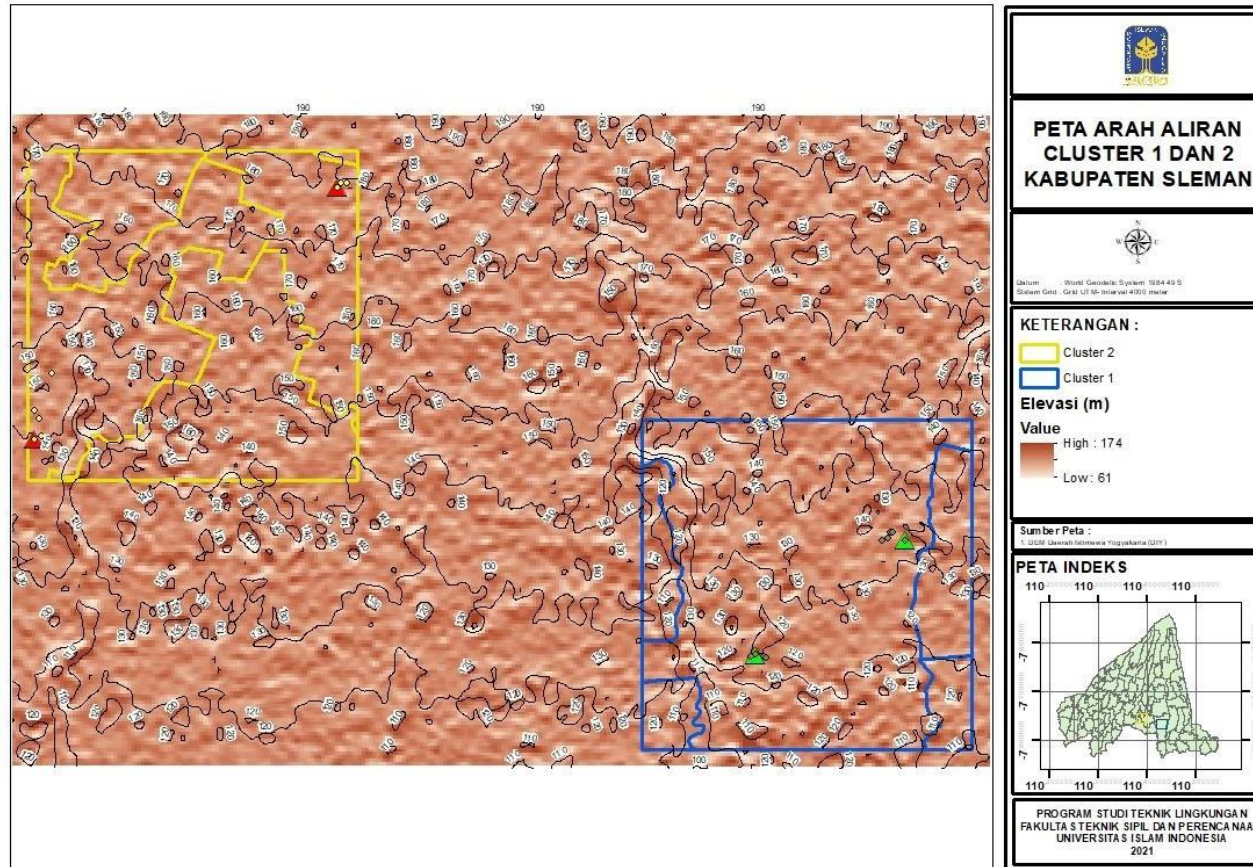


Lampiran 19 Peta Total Coliform 2019 Cluster 2

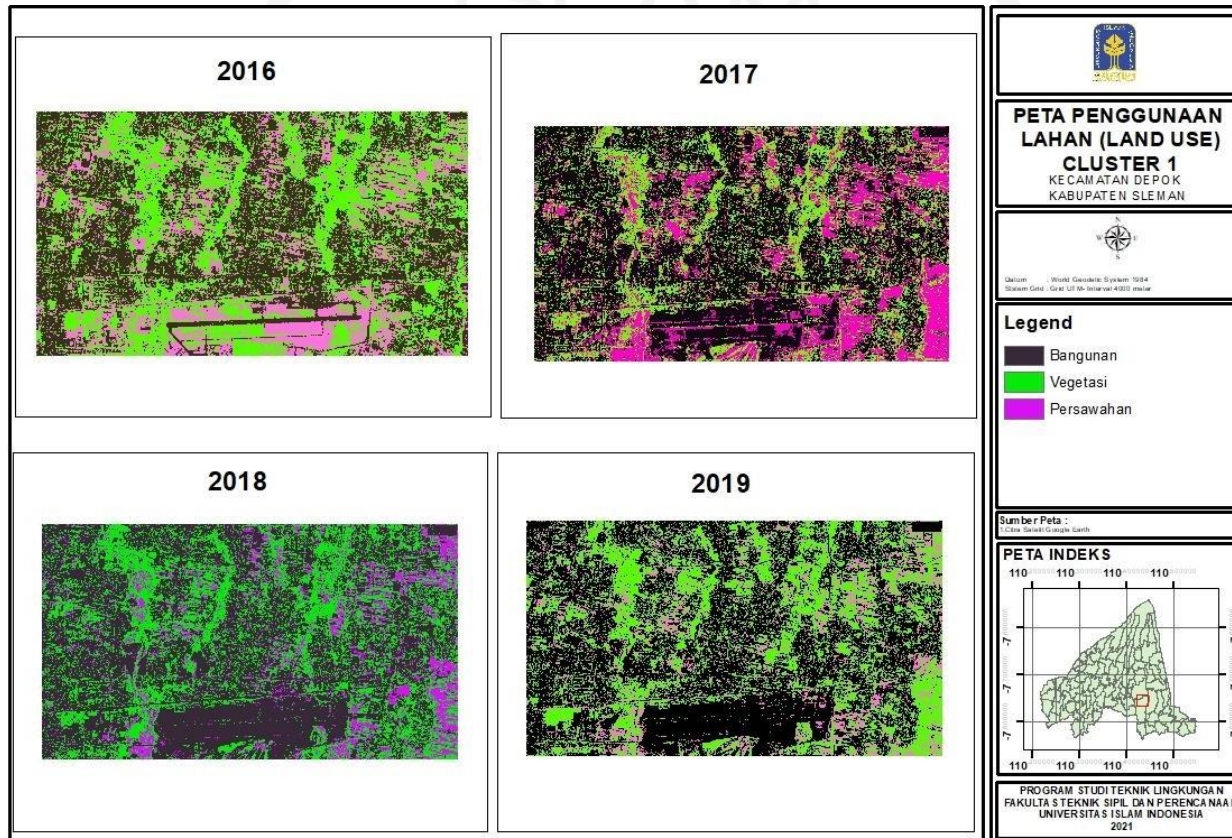


الجامعة الإسلامية
الاستد بالاندية

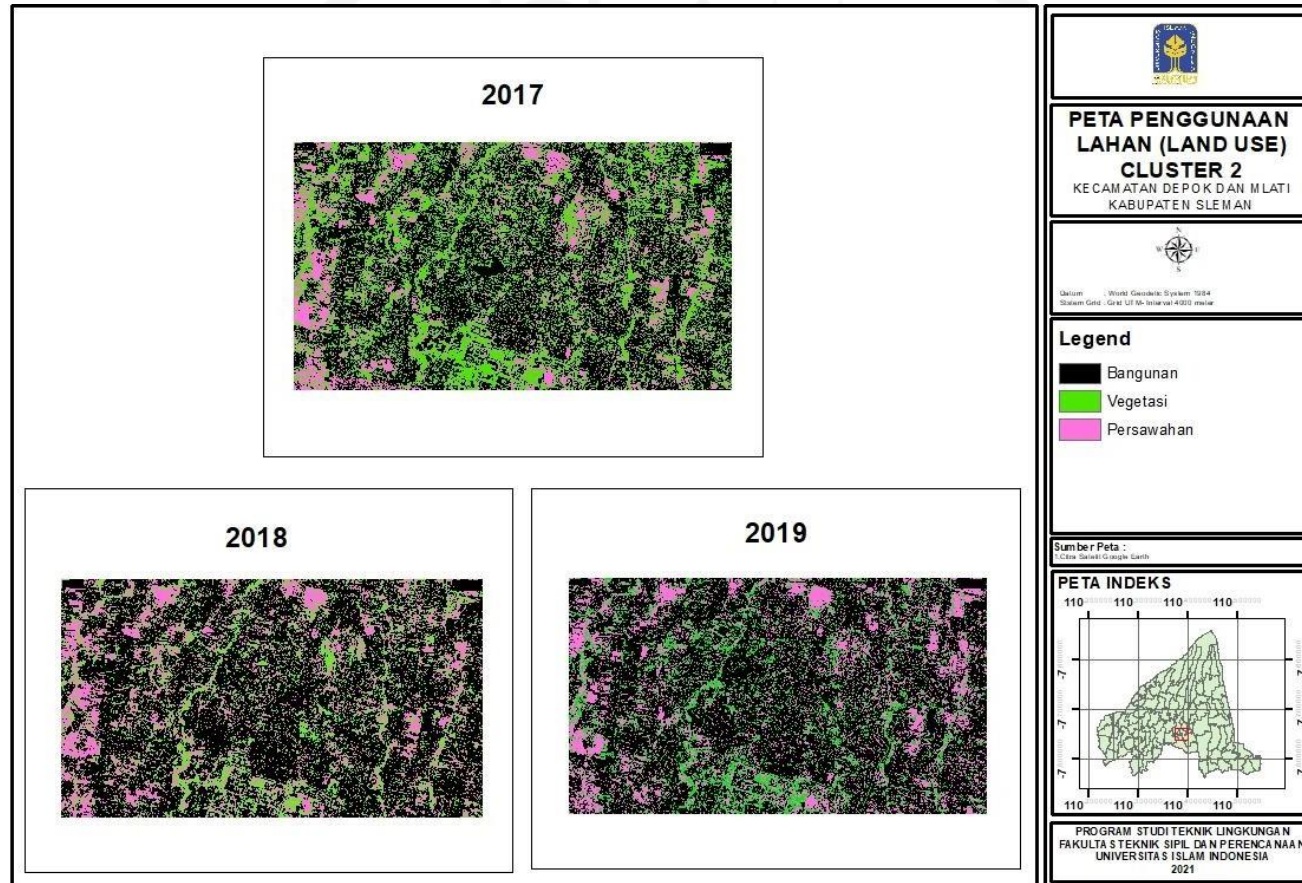
Lampiran 20 Peta Arah Aliran Air Tanah Cluster 1 dan Cluster 2



Lampiran 21 Peta Penggunaan Lahan (*Land use*) Cluster 1



Lampiran 22 Peta Penggunaan Lahan (*Land use*) Cluster 2



Lampiran 23 Formulir Wawancara IPAL

IPAL :		Pengisi :	
Tanggal :			
Form Wawancara IPAL Komunal			
Nama Responden :			
Peran :			
Titik koordinat			
CP :			
No.	Pertanyaan	Keterangan	
1	Sejak kapan IPAL beroperasi?		
2	Berapa Penambahan Sambungan rumah tiap tahunnya ?		
3	Keadaan Operasional IPAL tiap tahunnya? (2016-2019)		
4	Kendala IPAL yang dialami tiap tahunnya? (2016-2019)		
5	Pemeliharaan IPAL? Apakah rutin dilakukan?		

Lampiran 24 Formulir Wawancara Sumur Pantau

IPAL :		Pengisi :	
Tanggal :			
Form Wawancara Sumur Pantau			
Nama Responden :			
Alamat :			
Titik kordinat			
CP :			
No.	Pertanyaan	Keterangan	
1	Apakah kediaman bpk/ibu menggunakan IPAL? Berapa lama?		
2	Apakah kediaman bpk/ibu menggunakan <i>Septic Tank</i> ? Berapa lama?		
3	Berapakah kedalaman sumur yang digunakan?		
4	Jika kediaman bpk/ibu menggunakan septic tank, kira-kira berapa jarak		

	septic tank dengan sumur?	
5	Sudah berapa lama sumur digunakan?	





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir pada 19 Juni 1999 di Jakarta. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bahpari, M.Pd dan Endang Pusporini, M.Pd. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri Malaka Jaya 07 pada tahun 2005-2011 di Duren Sawit, Jakarta Timur, dan SMP Negeri 252 Jakarta pada tahun 2011-2014 di Pondok Kelapa, Jakarta Timur, kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 44 Jakarta pada tahun 2014-2017 di Duren Sawit, Jakarta Timur. Sejak menjadi siswa penulis aktif pada kegiatan organisasi dengan mengikuti OSIS pada masa SMP, serta mengikuti Rohis pada masa SMA.

Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi pada tahun 2017 di Universitas Islam Indonesia dengan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Beberapa kegiatan yang dilakukan pada saat menjadi mahasiswa yaitu aktif dalam organisasi mahasiswa yaitu Lembaga Dakwah Fakultas, aktif dalam mengikuti *event* atau acara kampus serta mengikuti beberapa kegiatan seminar seperti Keprofesional K3 dalam Pekerjaan Infrastruktur dan Building oleh PT. Wijaya Karya tahun 2018, *Workshop* Fotografi tentang Dokumentasi Pelaporan Teknik dan Akademik di bidang Teknik Lingkungan pada tahun 2019, lalu Pada tanggal 21 Februari 2020 penulis melakukan Kerja Praktek di Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI) di Jakarta dengan dengan topik yaitu pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). Pada bulan Desember 2020-April 2021 penulis melakukan penelitian terkait persebaran kualitas air tanah berdasarkan keberadaan IPAL Komunal di Kecamatan Depok dan Mlati, Sleman, Yogyakarta untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Lingkungan.

