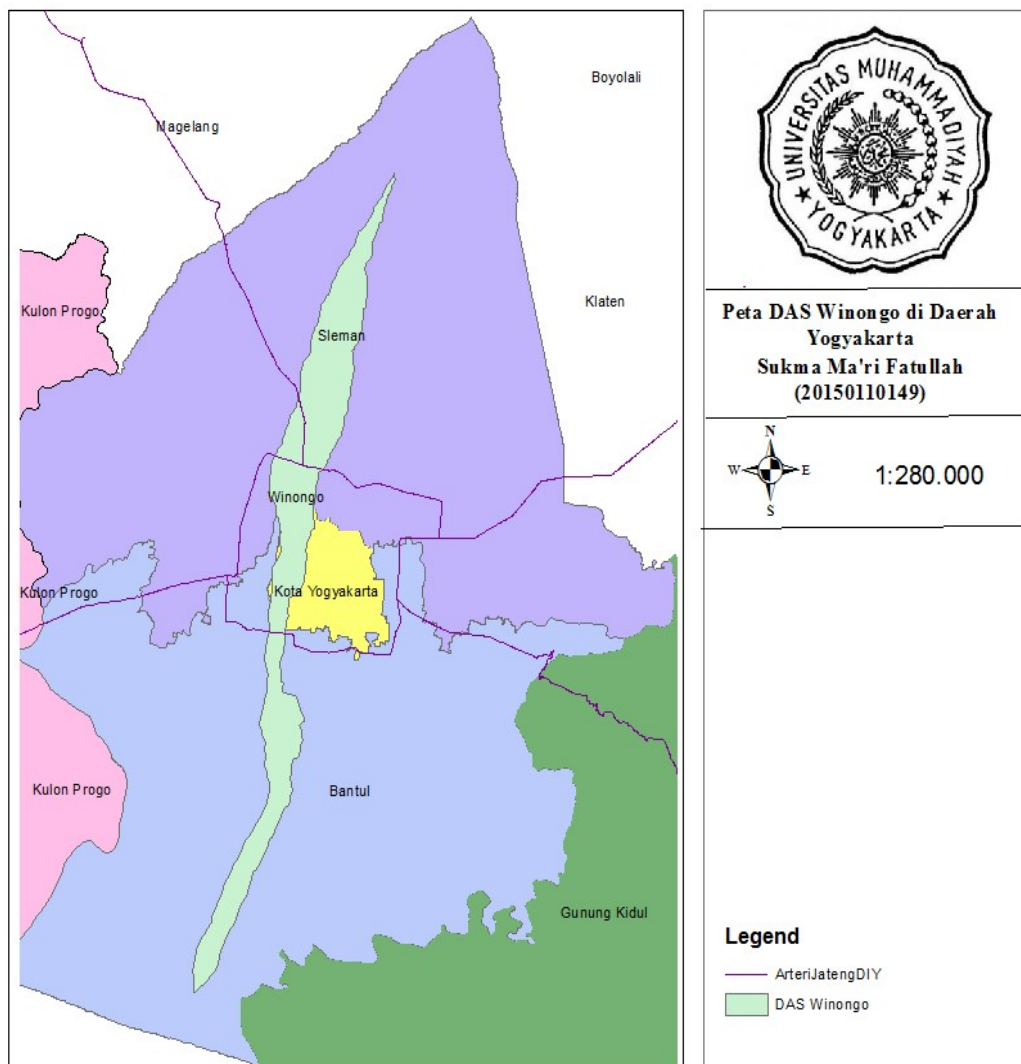


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Daerah Aliran Sungai Winongo

Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo termasuk dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah aliran sungainya sendiri melintasi kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul.



Sumber: Dibuat melalui *ArcGIS Map*.

Gambar 4.1 Peta administrasi DAS Gajah Wong

Untuk luas wilayah pada masing-masing kecamatan yang berada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo disajikan dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Luas wilayah DAS Winongo pada administrasi kecamatan

Kabupaten/Kota	Kecamatan	Luas (km ²)
Bantul	Bambanglipuro	4.89
	Bantul	3.92
	Jetis	2.05
	Kasihan	2.67
	Kretek	2.44
	Pundong	1.85
	Sewon	7.68
Yogyakarta	Gedong Tengen	0.77
	Gondomanan	0.19
	Jetis	1.05
	Kraton	0.31
	Mantrijeron	0.71
	Ngampilan	0.82
	Tegalrejo	2.79
Wirobrajan	1.6	
Sleman	Gamping	2.03
	Mlati	9.35
	Ngaglik	10.74
	Pakem	5.17
	Sleman	5.92
	Turi	2.27
Jumlah		69.22

Berdasarkan data kependudukan jogja pada Tahun 2018, Kabupaten Bantul memiliki jumlah penduduk sebanyak 999.718 jiwa dengan luas wilayah 506,86 km², wilayah Kota Yogyakarta 413.961 jiwa dengan luas wilayah 32,5 km², dan Kapupaten Sleman memiliki jumlah penduduk 1.063.938 jiwa dengan luas wilayah 574,82 km², untuk total wilayah kabupaten/kota yang dilalui Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo seluas 1114,18 km² dengan jumlah penduduk 3.631.045, jadi jika dibandingkan dengan total luas DAS Winongo yang seluas 69,22 dengan persentase luas 6,21 % maka dapat diasumsikan total jumlah penduduk dalam DAS Winongo 225.488 jiwa.

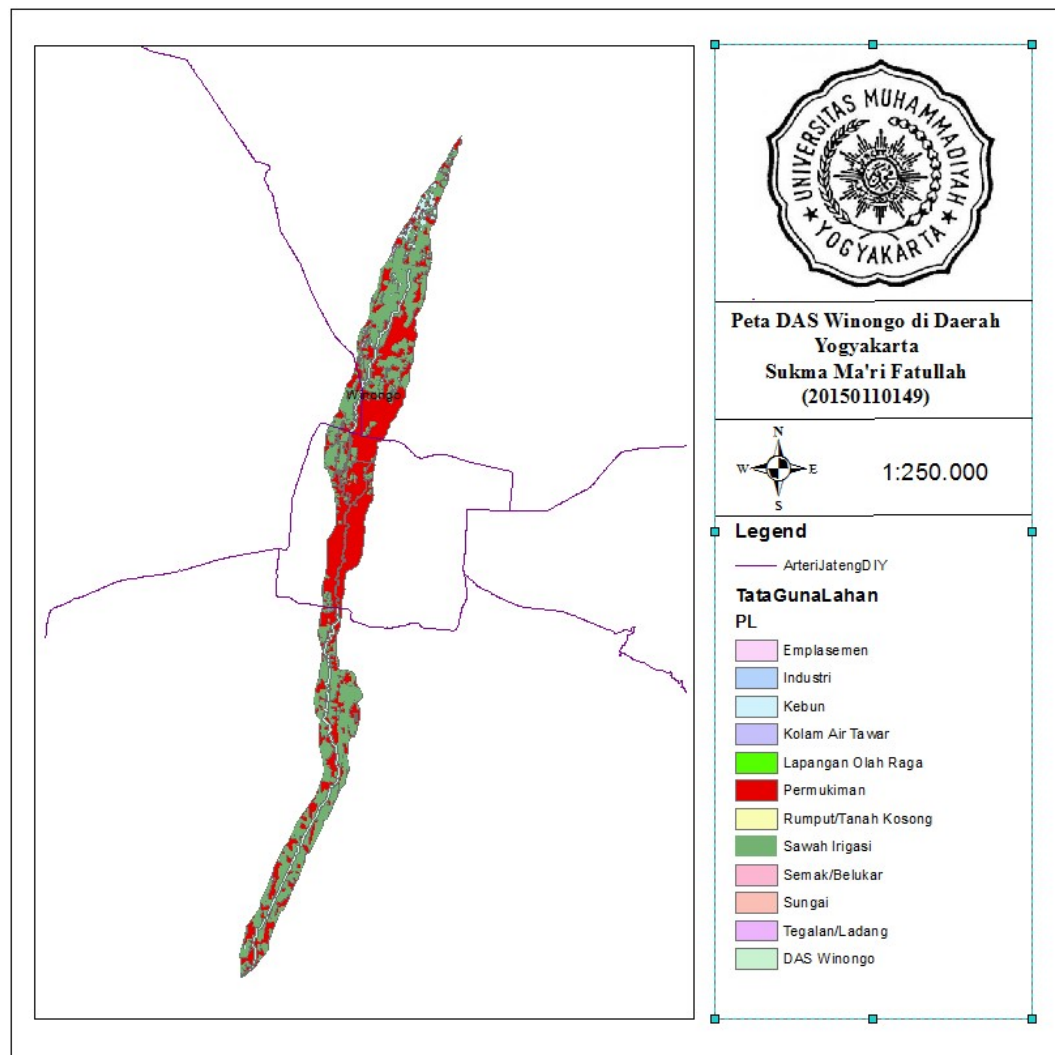
Tata guna lahan yang berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo disajikan dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 *Land Use* DAS Winongo

Landuse	Luas
Enplasemen	0.01
Kawasan Industri	0.04
Kebun	2.97
Kolam Air Tawar	2.97
Lapangan Olah Raga	0.003
Permukiman	36.56
Rumput/Tanah Kosong	0.01
Sawah Irigasi	25.62
Semak/Belukar	0.22
Sungai	0.51
Tegalan/Ladang	0.31
Jumlah	69.223

Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo memiliki *landuse* yang didominasi oleh pemukiman. Pada peta tata guna lahan daerah aliran sungai Winongo yang dimodelkan menggunakan *software ArcGIS* dapat dilihat pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa warna merah yang menandakan pemukiman merupakan

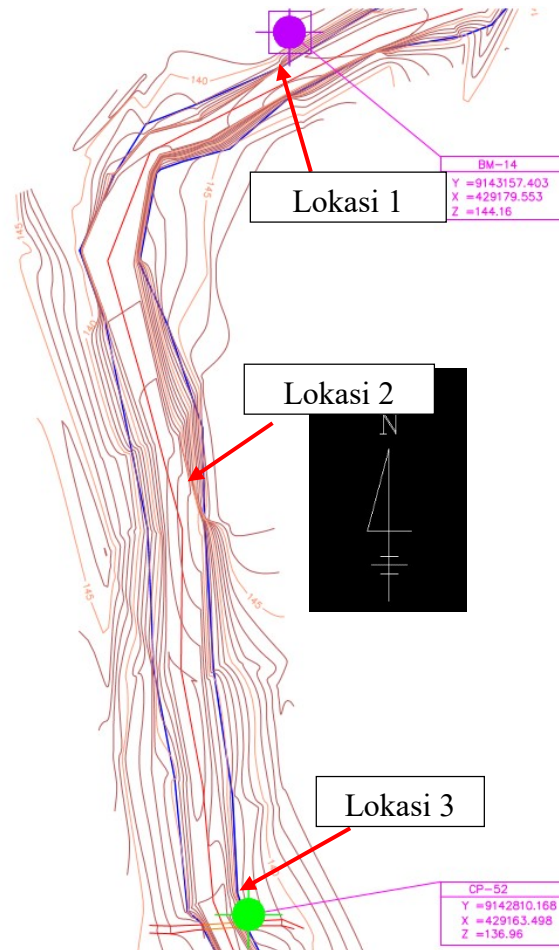
warna yang dominan, dilanjutkan oleh warna hijau yaitu lahan pertanian warga



Gambar 4.2 Landuse Sungai Winongo tahun 2017

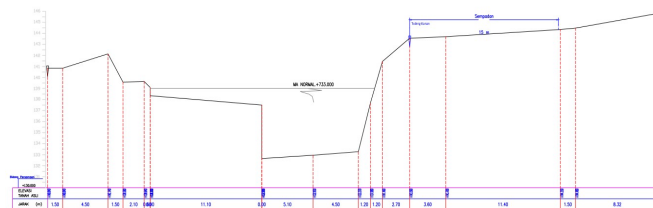
4.2. Geometri Sungai Winongo

Bentuk Geometri Sungai Winongo



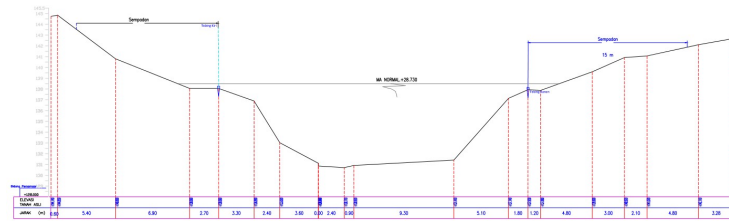
Gambar 4.3 Tampilan bentuk *long section* Sungai Gajah Wong

Pada Gambar 4.3 merupakan bentuk *long section* Sungai Winongo yang menurut (Rosgen, 1996) bertipe sungai C dan D yaitu sungai yang memiliki saluran berkelok dan memiliki beda elevasi yang relatif rendah dan memiliki bentuk dasar sungai sangat cekungan sederhana.



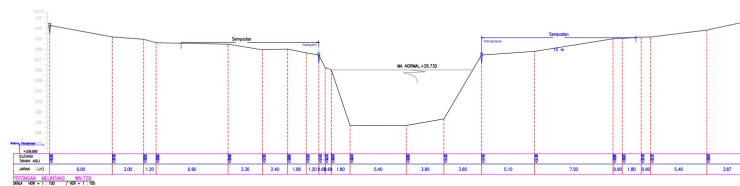
Sumber: BBWS Serayu-Opak, 2017

Gambar 4.4 Penampang sungai di lokasi 1



Sumber: BBWS Serayu-Opak, 2017

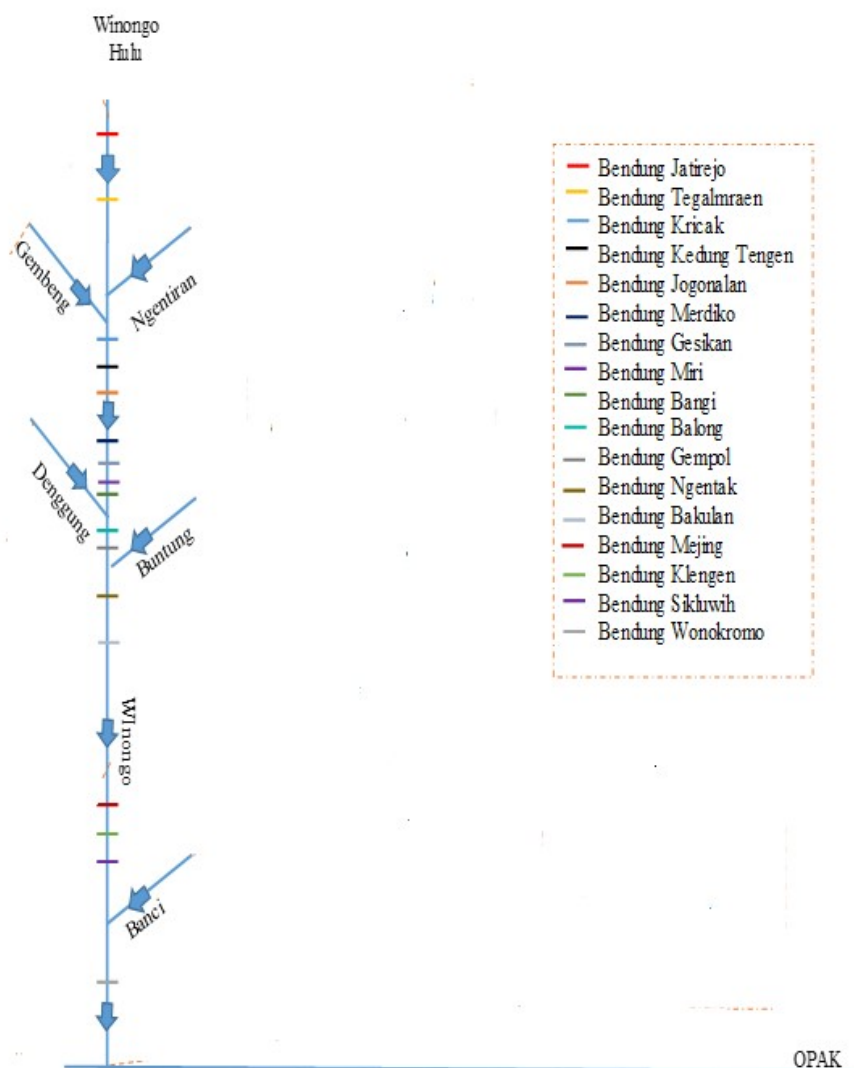
Gambar 4.5 Penampang sungai di lokasi 2



Sumber: BBWS Serayu-Opak, 2017

Gambar 4.6 Penampang sungai di lokasi 3

Kondisi penampang sungai yang ada di sungai Winongo pada umumnya memiliki bentuk penampang yang bervariasi, khususnya pada lebar area genangan air, contoh pada lokasi 1 dan 3 memiliki karakteristik lebar kecil, dan pada lokasi 2 memiliki area genangan yang cukup lebar. Kondisi aliran sungai Winongo memiliki rata-rata tinggi muka air normal sekitar 1-2 meter. Sungai Winongo ini memiliki bentuk skema sungai seperti pada Gambar 4.10



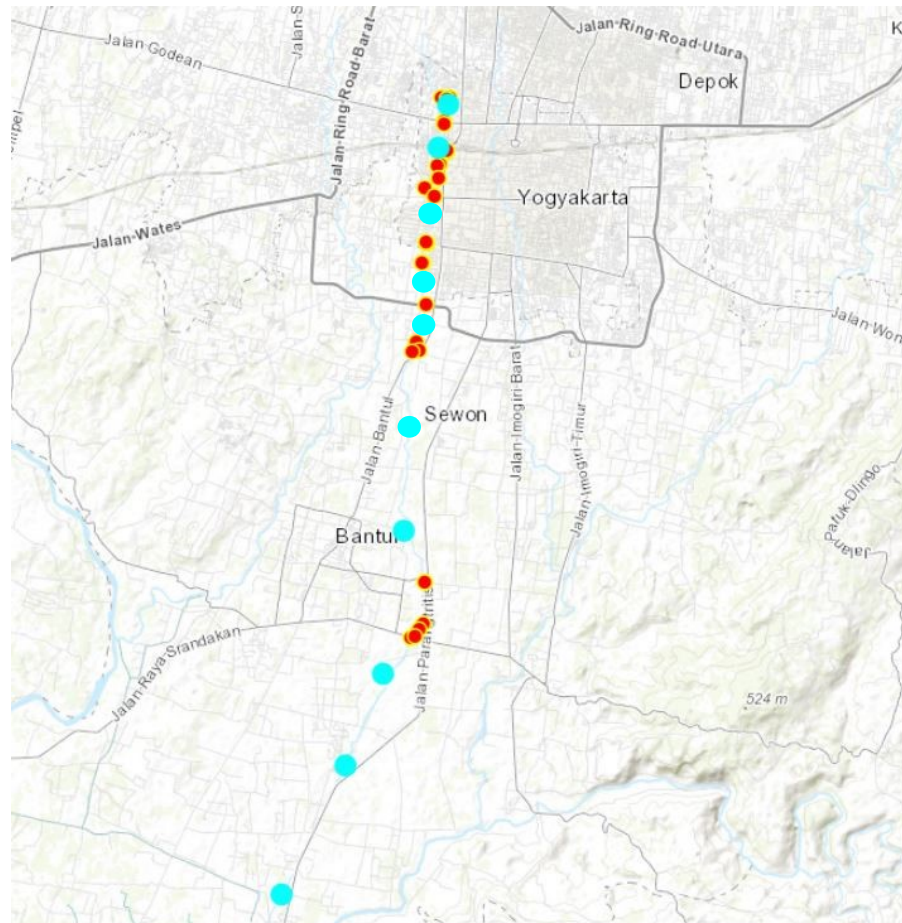
Gambar 4.7 Skema sungai Winongo
Sumber: BBWS Serayu-Opak 2017

Pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa mata air sungai Winongo berasal dari sungai-sungai kecil di sekitar hulu, yaitu sungai Denggung, sungai Doso dan sungai Duren dimana ketiganya berada di wilayah Kecamatan Turi. Selanjutnya pada jalur aliran sungai Winongo terdapat kali kecil yang berhulu pada sungai Winongo yaitu kali Gembeng, Ngentiran, Denggung, Butung, dan kali benci. Aliran sungai kali Winongo ini berhilir di kali Opak.

4.3. Hasil Asesmen Insfrastruktur Sungai Winongo dengan *Survey123*

Sebelum melakukan survei lapangan, ditentukan terlebih dahulu tempat/lokasi insfrastruktur sungai yang akan ditinjau dengan menggunakan *Google Maps*. Hasil yang diperoleh saat survei menggunakan *Survey123* yaitu:

1. Peta

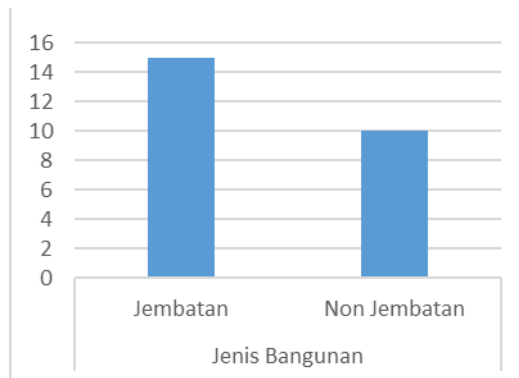


Gambar 4.8 Lokasi insfrastruktur pada sungai Winongo

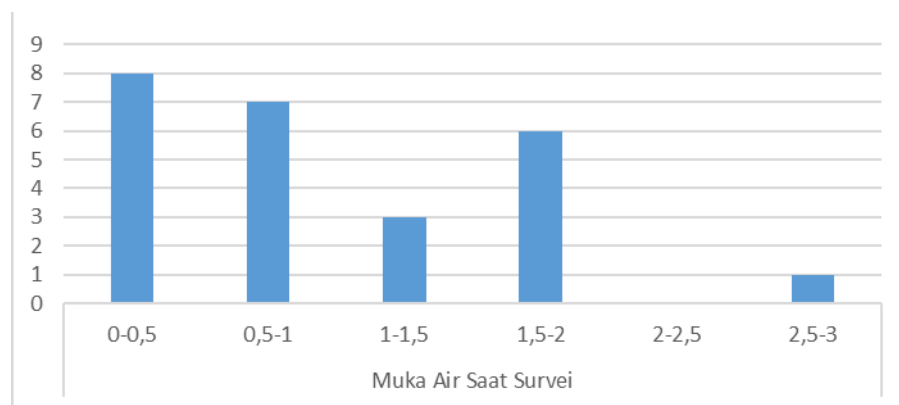
Pada Gambar 4.8 menunjukkan lokasi infrastruktur sungai di sungai Winongo yang diolah menggunakan *Survey123 connect to ArcGIS*. Titik warna merah menunjukkan lokasi insfrastruktur berupa jembatan dan titik warna biru menunjukkan insfrastruktur sungai berupa bangunan Non jembatan (Bendung dan Groundsill).

2. Grafik *Survey123*

Selain peta lokasi *Survey123* juga dapat menyajikan hasil survei lainnya dalam bentuk, diantaranya:



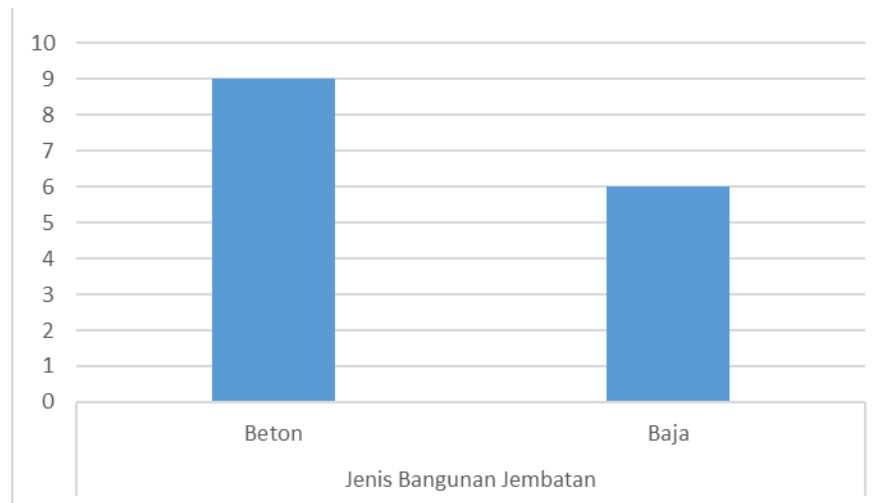
Pada Gambar 4.9 menunjukkan hasil survei berupa jenis bangunan sungai yang ditinjau pada sungai Winongo dalam bentuk diagram batang. Dalam diagram tersebut dapat diketahui bahwa bangunan infrastruktur yang ditinjau yaitu 15 bangunan jembatan dan 10 bangunan non jembatan berupa bendung.



Gambar 4.9 Data kondisi muka air saat survei

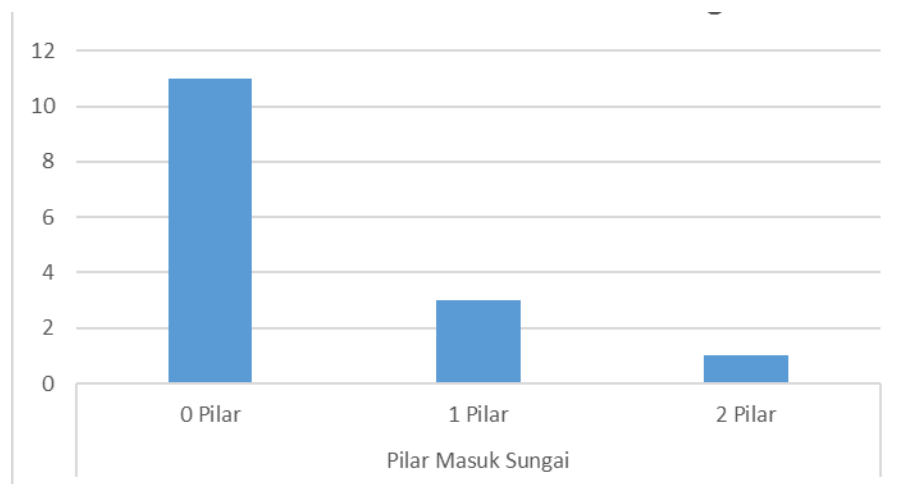
Pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa pada saat survei, kondisi muka air pada sungai Winongo memiliki kedalaman dalam rentang 0 sampai 3 meter. Pada grafik di atas menunjukkan terdapat 8 hasil tinjauan yang menunjukkan tinggi muka air saat survei sekitar 0 sampai 0,5 meter, 7 hasil tinjauan yang menunjukkan tinggi muka air 0,5 sampai 1 meter, 3 hasil tinjauan yang menunjukkan tinggi muka air 1 sampai 1,5 meter, 6 hasil tinjauan yang menunjukkan tinggi muka air 1,5 sampai 2 meter, 0 hasil tinjauan yang menunjukkan tinggi muka air 2 sampai 2,5 meter, dan 1 hasil tinjauan yang menunjukkan tinggi muka air 2,5 sampai 3 meter.

tinjauan yang menunjukkan tinggi muka air 1,5 sampai 2 meter, dan satu hasil tinjauan yang menunjukkan tinggi muka air 2,5 sampai 3 meter.



Gambar 4.10 Data jenis jembatan

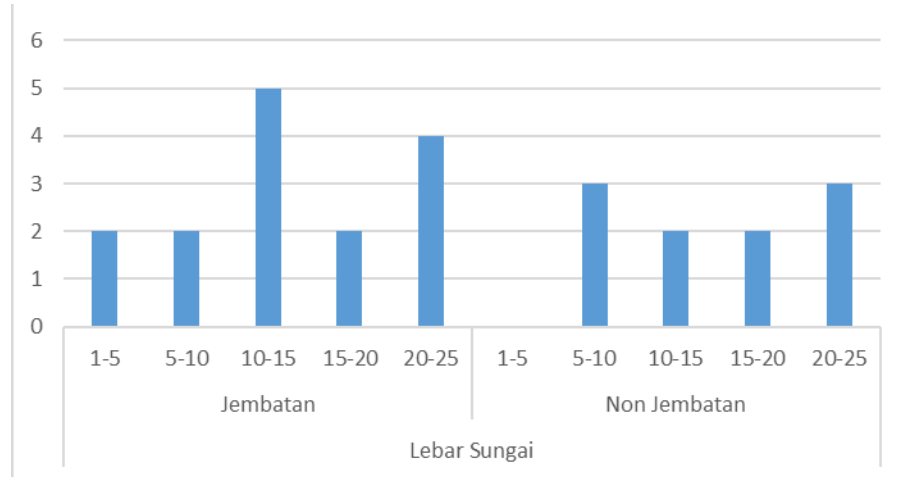
Pada Gambar 4.11 menunjukkan hasil tinjauan untuk jenis bangunan jembatan pada sungai Winongo yaitu terdapat 9 bangunan berstruktur utama beton dan 6 bangunan jembatan berstruktur utama baja.



Gambar 4.11 Data pilar masuk dalam badan sungai

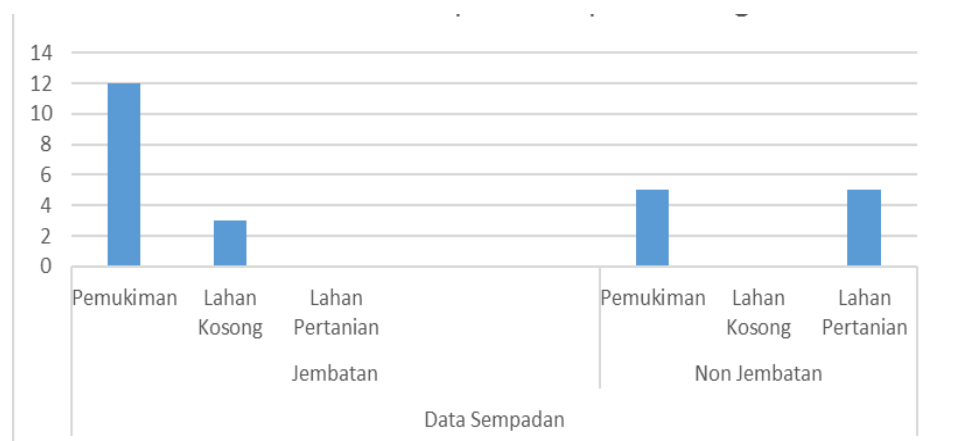
Hasil analisis pada Gambar 4.12 menunjukkan bahwa dari 15 tinjauan bangunan jembatan, terdapat 1 tinjauan jembatan yang memiliki 2 pilar masuk dalam sungai, 3 tinjauan jembatan yang memiliki 1 pilar masuk

dalam sungai, dan terdapat 11 tinjauan yang tidak memiliki pilar masuk dalam badan sungai.



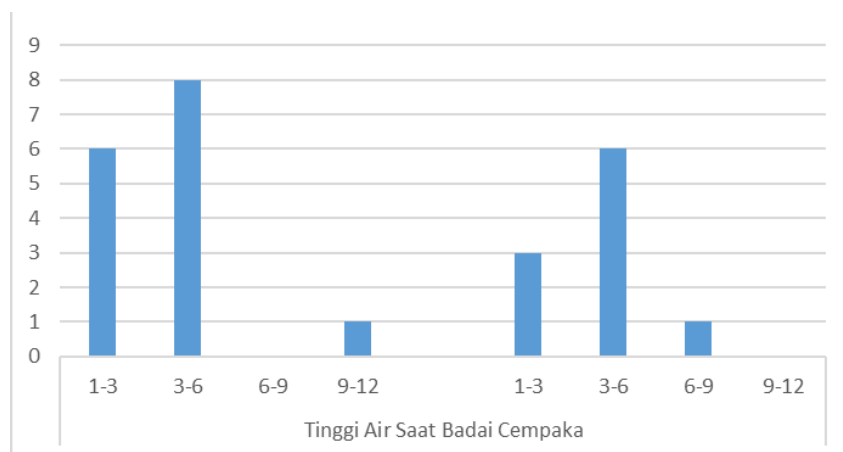
Gambar 4.12 Data lebar sungai

Dari hasil analisis *Survey123* pada Gambar 4.13 menunjukkan bahwa sungai Winongo yang ditinjau dalam 25 titik jembatan dan bendung memiliki lebar antara 5 sampai 25 meter. Berdasarkan Gambar 4.13 diatas terdapat 2 tinjauan memiliki lebar 1 sampai 5 meter, 5 tinjauan yang memiliki lebar sungai 5-10 meter, 8 tinjauan yang memiliki lebar sungai 10-15 meter, 4 tinjauan yang memiliki lebar sungai 15-20 meter, dan 7 tinjauan yang memiliki lebar sungai antara 20-25 meter.



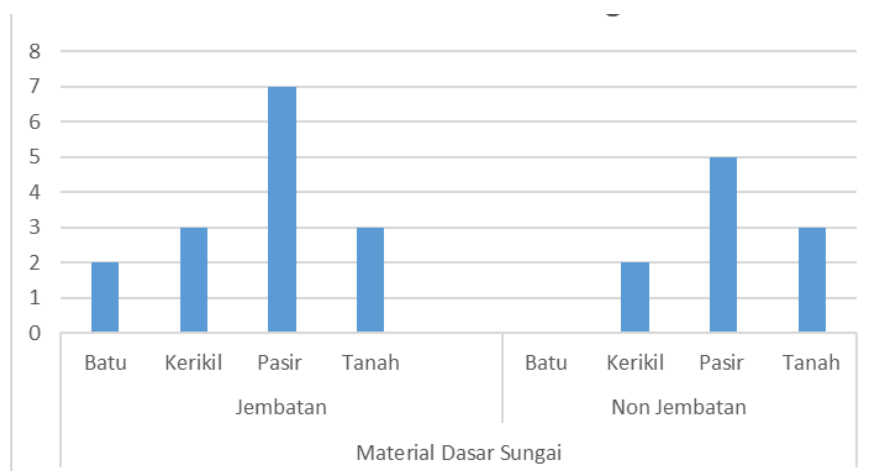
Gambar 4.13 Data jenis lahan pada sempadan sungai

Dari hasil survei yang telah dicantumkan pada Gambar 4.14 menunjukkan bahwa dari 25 titik survei terdapat 17 sempadan sungai berupa pemukiman warga, 3 sempadan sungai berupa lahan kosong, dan 5 sempadan sungai berupa lahan pertanian warga.



Gambar 4.14 Data kondisi muka air saat badai Cempaka 2017

Dari hasil survei pada Gambar 4.15 dapat diketahui bahwa saat terjadi badai Cempaka 2017 lalu. Kondisi muka air di sungai Winongo memiliki tinggi air yang berbeda beda. Terdapat 9 titik tinjauan kondisi muka air saat badai Cempaka 2017 memiliki tinggi sekitar 1 sampai 3 meter, 14 titik tinjauan memiliki tinggi muka air pada 3-6 meter, 1 titik tinjauan yang memiliki tinggi muka air 6 sampai 9 meter, dan 1 titik tinjauan yang memiliki tinggi muka air pada 9-12 meter.



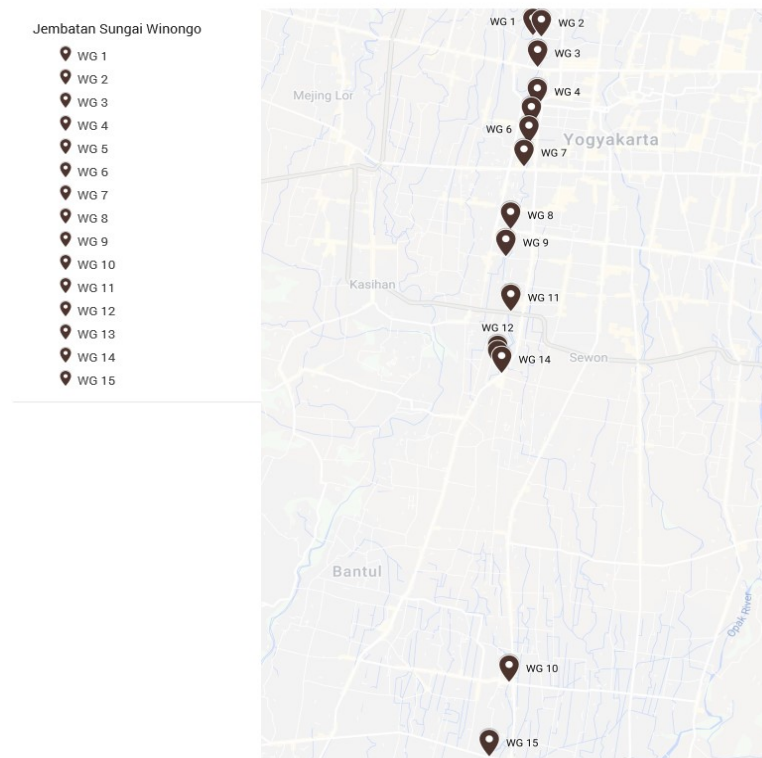
Gambar 4.15 Jenis material dasar sungai

Hasil survei pada Gambar 4.16 menunjukkan bahwa material dasar sungai pada 25 titik tinjauan pada sungai Winongo berupa batu, kerikil, pasir, dan tanah. Pada grafik diatas menunjukkan terdapat 2 tinjauan material dasar sungainya berjenis batu, 5 titik tinjauan material dasar sungai berjenis kerikil, 12 titik tinjauan bermaterial dasar sungai pasir, dan 6 titik tinjauan bermaterial dasar sungai tanah.

4.4. Kondisi Insfrastruktur Sungai

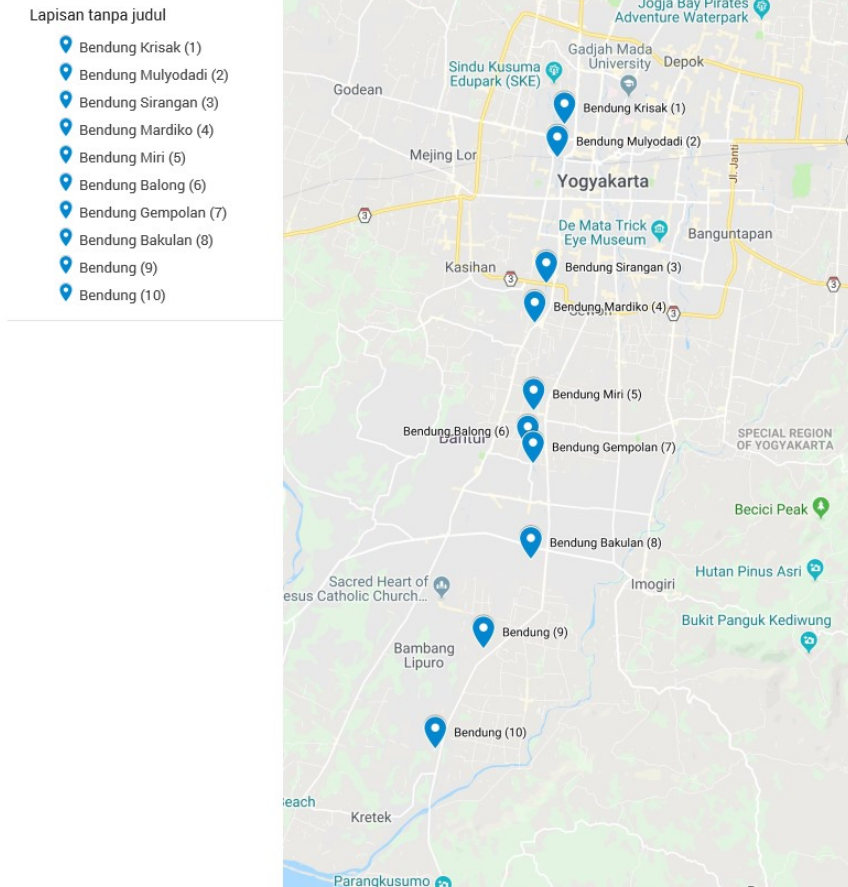
Berdasarkan hasil survei lapangan yang sudah dilakukan menggunakan *Survey123* didapatkan hasil berupa insfrastruktur yang berada di sungai Winongo yaitu 15 jembatan dan 10 bendung. Hasil survei untuk kondisi insfrastuktur sungai disajikan dalam tabel disertai Gambar citra satelit lokasi yang ditinjau dan foto hasil survei lapangan. Data data hasil asesmen dikumpulkan menggunakan *Survey123* kemudian dibuat dalam peta baku dan datanya disajikan dalam rangkuman data yang disajikan dalam Tabel 4.3 dan Tabel 4.4

Bangunan Jembatan



Gambar 4.16 Peta insfrastruktur jembatan di sungai Winongo

Peta Survei Bangunan Non Jembatan



Gambar 4.17 Peta infrastruktur bendung di sungai Winongo

Tabel 4.3 Hasil Survei Bangunan Jembatan pada Sungai Winongo

Nama sungai	Lebar sungai (m)	Tinggi muka air saat survei (m)	Kedalaman sungai (m)	Kondisi muka air saat badai Cempaka 2017 (m)	Material dasar sungai	Sempadan sungai	Jenis jembatan	Pilar masuk badan sungai	Posisi abutment	Potensi gerusan	Koordinat	
											x	y
WG1	15	0.8	3.0	2.0	Batu	Pemukiman	Baja	0	Luar sungai	Tidak ada	110.3559	-7.77667
WG2	23	0.5	0.5	4.0	Krikil	Pemukiman	Beton	2	Luar sungai	Ada	110.3574	-7.77693
WG3	10	0.7	4.0	2.5	Pasir	Pemukiman	Baja	0	Luar sungai	Ada	110.3568	-7.78251
WG4	21	0.2	13	4.0	Krikil	Pemukiman	Beton	1	Luar sungai	Ada	110.3567	-7.78956
WG5	5	0.2	3.0	2.7	Pasir	Pemukiman	Baja	0	Badan sungai	Ada	110.3557	-7.79297
WG6	13	0.4	0.4	2.5	Batu	Pemukiman	Beton	1	Luar sungai	Tidak ada	110.3553	-7.79642
WG7	10	0.6	0.6	4.0	Tanah	Pemukiman	Beton	0	Luar sungai	Tidak ada	110.3544	-7.80074
WG8	5	0.5	0.5	4.0	Pasir	Pemukiman	Baja	0	Luar sungai	Ada	110.3521	-7.81222
WG9	17	1.0	1.0	4.0	Krikil	Tanah Kosong	Beton	0	Luar sungai	Ada	110.3513	-7.81725
WG10	12.13	1.23	4.28	3.05	Pasir	Pemukiman	Beton	0	Badan sungai	Tidak ada	110.3518	-7.89537
WG11	24	0.55	0.5	1.5	Tanah	Pemukiman	Beton	0	Luar sungai	Tidak ada	110.3521	-7.82734
WG12	15	2.0	2.0	4.0	Pasir	Tanah Kosong	Baja	0	Luar sungai	Ada	110.3499	-7.83670
WG13	15	2.0	2.0	4.0	Pasir	Tanah Kosong	Baja	0	Luar sungai	Ada	110.3499	-7.83762
WG14	25	0.8	1.02	2.25	Tanah	Pemukiman	Beton	0	Badan sungai	Tidak ada	110.3505	-7.83870
WG15	20	2.0	6.0	10.0	Pasir	Pemukiman	Beton	1	Badan sungai	Ada	110.3484	-7.90900

Tabel 4.4 Hasil Survei Bendung pada Sungai Winongo

Nama Sungai	Lebar Sungai	Tinggi Muka Air Saat Survey	Kedalaman Sungai	Kondisi Muka Air Saat Badai Cempaka 2017	Material Dasar Sungai	Sempadan Sungai	Bangunan Sungai	Bentang Bendung	Fungsi Bendung	Kondisi Groundsill	Koordinat	
											x	y
WG1	15	0.20	3.00	2.5	Tanah	Pemukiman	Non jembatan	15	Untuk pengairan taman dan air minum	Masih berfungsi dengan baik	110.3576	-7.77844
WG2	19	0.10	0.70	2.0	Krikil	Pemukiman	Non jembatan	20	Untuk menaikkan muka air dan sebagai irigasi	Masih berfungsi dengan baik	110.3552	-7.78891
WG3	24	1.50	1.50	3.5	Krikil	Pemukiman	Non jembatan	25	Untuk menaikkan muka air dan sebagai irigasi	Masih berfungsi dengan baik	110.3518	-782.768
WG4	24	2.00	2.00	4.0	Tanah	Pemukiman	Non jembatan	26	Untuk menaikkan muka air dan sebagai irigasi	Masih berfungsi dengan baik	110.3461	-7.87836
WG5	23	3.00	3.00	8.0	Pasir	Lahan pertanian	Non jembatan	25	Untuk menaikkan muka air dan sebagai irigasi	Masih berfungsi dengan baik	110.3512	-7.86742
WG6	19	2.00	2.00	4.0	Pasir	Lahan pertanian	Non jembatan	20	Untuk menaikkan muka air dan sebagai irigasi	Masih berfungsi dengan baik	110.4768	-7.88326
WG7	7	1.30	1.30	3.5	Pasir	Pemukiman	Non jembatan	19	Untuk menaikkan muka air dan sebagai irigasi	Masih berfungsi dengan baik	110.3469	-7.88285
WG8	14	0.50	0.50	3.0	Pasir	Lahan pertanian	Non jembatan	26	Untuk menaikkan muka air dan irigasi	Masih berfungsi dengan baik	110.3416	-7.91801
WG9	9	0.75	0.75	3.75	Tanah	Lahan pertanian	Non jembatan	12	Irigasi persawahan	Masih berfungsi dengan Baik	110.3322	-7.94043
WG10	8	1.00	1.00	4.0	Pasir	Lahan pertanian	Non jembatan	12	Irigasi lahan pertanian	Masih berfungsi dengan baik	110.3512	-7.97182

Saat survei di lapangan, ditemukan dua jenis jembatan pada sungai Winongo yaitu jembatan dengan struktur utama beton dan jembatan dengan struktur utama baja. Pada sungai Winongo ini juga terdapat banyak jembatan yang terbuat dari kayu, namun jembatan jenis ini tidak masuk dalam tinjauan karena jembatan jenis kayu ini hanya melayani akses transportasi kecil seperti pejalan kaki dan sepeda motor.



Gambar 4.18 Foto abutmen jembatan girder baja



Gambar 4.19 Foto girder baja

Jembatan jenis baja diatas terletak di Glondong, Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta. Meskipun konstruksi jembatan tersebut masih cukup kokoh, namun dapat dilihat jika pada bagian bawah abutmen terdapat gerusan, di bagian atas abutmen juga telah tergerus sehingga terlihat tidak utuh lagi di sekitar jembatan tersebut, khususnya pada Daerah Aliran Sungai (DAS) terdapat tumpukan sampah yang cukup banyak dan dapat menghalangi arus alir air saat volume arus naik. Selain masalah sampah, pada jembatan ini juga terjadi sedimentasi dari pasir dan campuran sampah sampah kecil.



Gambar 4.20 Foto sedimen

Dari survei yang dilakukan, selain jembatan diatas, masih terdapat 5 jembatan lain yang berstruktur utama baja. Kondisi infrastruktur pada ke lima jembatan lainnya tersebut masih cukup layak untuk digunakan, dengan berbagai permasalahan yang identik sama dengan permasalahan seperti gerusan kecil, dan terdapat tumpukan sampah.

Jenis jembatan yang ditinjau selanjutnya adalah jembatan berstruktur utama beton. Pada asesmen ini terdapat 9 titik tinjauan jembatan berstruktur beton.



Gambar 4.21 Foto jembatan beton

Pada Gambar 4.22 merupakan jembatan beton yang berada di Jl Prapanca Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, dengan lebar sungai sekitar 17 meter, tinggi aliran air sekitar 1 meter dengan aliran yang tenang, jembatan beton tersebut memiliki kerusakan pada bagian abutmen sebelah kiri arah gambar yang telah retak dan disekitaran retakan dikelilingi oleh tumbuhan rumput.



Retak

Gambar 4.22 Foto kerusakan abutmen

Kerusakan pada abutmen pada gambar di atas dapat disebabkan oleh gerusan air saat muka air naik, laju pertumbuhan vegetasi tumbuhan di sekitar abutmen, getaran dari beban lalu lintas yang diterima, dan faktor-faktor lainnya.



Gambar 4.23 Jembatan beton dengan satu pilar di badan sungai

Pada Gambar 4.24 merupakan jembatan dengan satu pilar di badan sungai yang berada di Jl Letjen Suprpto 368-232, Pringgokusuman, Gedong Tengen, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55272. Sungai pada jembatan tersebut mempunyai lebar 21 meter dengan kedalaman airnya sekitar 20 cm, tidak ada kerusakan yang besar pada jembatan tersebut.



Gambar 4.24 Jembatan beton dengan 2 pilar di badan sungai

Jembatan selanjutnya yaitu jembatan dengan jumlah 2 pilar yang masuk di badan sungai, jembatan ini terletak pada Jl Sidomulyo, Bener, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55243. Pada jembatan di atas dapat dilihat jika telah adanya penanganan gerusan pada pilar yang telah diselimuti oleh beton berbentuk silinder yang dipasang mengelilingi daerah gerusan searah vertikal. Dari segi morfologinya, pusat aliran sungainya berada pada sekitar pilar jauh pada foto, terlihat aliran yang lebih besar dan potensi gerusan tentu lebih besar pada aliran yang deras.



Gambar 4.25 Foto jembatan beton

Jembatan beton selanjutnya yaitu jembatan yang berada pada Jl R. E. Martadinata No.2, Pakuncen, Wirobrajan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55252, jembatan ini tidak memiliki pilar yang berada di badan sungai, lebar sungai pada jembatan ini yaitu 10 meter dengan ketinggian air 60 cm.



Gambar 4.26 Pemukiman warga disekitar jembatan

Pada Gambar 4.27 menunjukkan bahwa terdapat perumahan penduduk di sekitar sempadan sungai, terdapat satu jalur pembuangan limbah rumah tangga melalui sebuah saluran kecil yang mengarah ke sungai tersebut, terlihat juga banyaknya sampah sampah yang berserakan di pinggiran sungai, hal ini tentu saja membutuhkan perhatian karena dapat menimbulkan masalah seperti adanya longsor pada arah saluran pembuangan yang mengarah ke sungai.



Gambar 4.27 Gerusan pada sekitar DPT

Pada Gambar 4.28 menunjukkan bahwa adanya gerusan di sekitar dinding penahan tanah, gerusan ini dapat terjadi saat muka air naik, jika hal ini terjadi secara terus menerus maka dapat membuat gerusan semakin melebar dan dapat

membuat dinding penahan tanah tidak mempunyai pijakan dan akhirnya dapat terjadi longsor pada DPT.



Gambar 4.28 Foto jembatan beton

Pada Gambar 4.29 merupakan jembatan beton yang berada di Jl Sultan Agung, Patalan, Kec. Jetis, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55781, jembatan tersebut memiliki satu pilar pada badan sungai yang terdiri dari 4 tiang. Arus sungai pada jembatan tersebut terlihat cukup tenang dengan tingi air 2 meter dan lebar sungai 20 meter.



Gambar 4.29 Abutmen jembatan

Pada Gambar 4.30 merupakan foto abutmen yang berada di badan sungai terlihat, tidak ada kerusakan pada struktur utama jembatan tersebut.



Gambar 4.30 Foto jembatan beton

Pada Gambar 4.31 merupakan jembatan beton yang berada di Jl Lkr. Timur, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dapat dilihat dari foto jembatan tersebut masih cukup kokoh, tidak ada gerusan pada abutmen jembatan, dan tidak ada kerusakan atau retak pada abutmen dan girder jembatan. Saat badai Cempaka 2017, tinggi muka air pada jembatan ini yaitu 4 meter.



Gambar 4.31 Foto bendung di Jalan Parang Tritis

Pada Gambar 4.32 merupakan bendung yang berada pada Jalan Parang Tritis, Bambanglipuro, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta 55764, pada Bendung tersebut terdapat berbagai kerusakan kecil, pada bangunan Pelimban terdapat gerusan gerusan yang membuat struktur menjadi tidak kokoh, hal ini dapat diakibatkan karena gerusan dari air yang mengalir dan usia bangunan yang cukup lama sehingga menyebabkan kekuatan beton menjadi berkurang.

Dari berbagai permasalahan infrastruktur, khususnya pada kerusakan bangunan jembatan dan bendung, terdapat beberapa kriteria dari kerusakan infrastruktur bangunan air tersebut, yaitu:

Tabel 4.5 Kriteria kerusakan bangunan jembatan

Kriteria	Kondisi Fisik
Baik, Tingkat Kerusakan < 10%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jembatan keadaan baru, tidak ada kerusakan 2. Elemen jembatan berada pada kondisi baik
Rusak Ringan, Tingkat Kerusakan 10-20 %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indikasi kerusakan pada jembatan sangat sedikit 2. Kerusakan dapat diatasi dengan pemeliharaan rutin 3. Kerusakan tidak berdampak pada keamanan jembatan
Rusak Sedang, Tingkat Kerusakan 20-40 %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kerusakan membutuhkan perhatian <ul style="list-style-type: none"> - Jembatan beton, abutmen mengalami retak yang cukup besar - Jembatan Baja, elemen sambungan mulai longgar karena korosi dan penyusutan - Jembatan kayu, penurunan nilai kekuatan kayu 2. Terdapat gerusan yang cukup besar abutmen 3. Terdapat gerusan yang cukup besar pada pilar 4. Kerusakan berpotensi menyebabkan kegagalan jembatan
Rusak Berat, Tingkat Kerusakan > 40%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kondisi jembatan mulai kritis 2. terdapat bagian jembatan yang runtuh

Pada penelitian yang dilakukan (Nanda, 2018) menjelaskan bahwa terdapat tiga tipe kriteria bangunan bendung yang dapat dijadikan acuan penilaian tingkat kerusakannya, yaitu kriteria berdasarkan kondisi prasarana irigasi, kondisi fisik infrastruktur, dan kondisi fungsional. Berdasarkan hasil modifikasi kriteria kerusakan bendung berdasarkan kondisi fisik, dijelaskan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.6 Kriteria kerusakan bangunan bendung

Kriteria	Kondisi Fisik
Baik, Tingkat Kerusakan < 10%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bendung baru, tidak ada kerusakan 2. Pintu air berfungsi normal 3. Alat ukur muka air dapat dilihat dengan jelas 4. Tidak ada gerusan pada lantai bangunan 5. Tidak ada sampah
Rusak Ringan, Tingkat Kerusakan 10-20 %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bentuk fisik bangunan terdapat sedikit perubahan 2. Terdapat plesteran yang mengelupas 3. Terlihat adanya retakan kecil pada beton 4. Terdapat sedikit kebocoran pada pintu air 5. Alat ukur muka air sulit dibaca 6. Pintu air mulai sulit untuk diatur 7. Terdapat gerusan kecil yang butuh pemantauan
Rusak Sedang, Tingkat Kerusakan 20-40 %	<ol style="list-style-type: none"> 2. Bentuk fisik bangunan terlihat ada perubahan 3. Plesteran banyak yang mengelupas 4. Terdapat banyak keretakan pada beton 5. Terdapat kebocoran pada pintu air 6. Alat ukur air tidak bisa dibaca 7. Terdapat gerusan yang berpotensi merusak badan bendung
Rusak Berat, Tingkat Kerusakan > 40%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kondisi fisik bangunan tampak sangat berubah 2. Stabilitas dan kekuatan bendung terganggu 3. Terdapat banyak keretakan besar pada badan bendung 4. Pintu air tidak diatur 5. Terdapat gerusan yang sangat besar pada lantai hilir bendung

Dari kriteria kerusakan dari Tabel 4.5 dan 4.6, hasil survei langsung dari bangunan bangunan air yang berada di sungai Winongo adalah:

Tabel 4.7 Hasil kriteria tingkat kerusakan bangunan jembatan

Nama Kode Insfratraktur Jembatan	Lokasi	Jenis kerusakan	Kriteria
WG1	Kricak, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG2	Jl. Sidomulyo, Bener, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	1. Terdapat beberapa retak rambut 2. Banyaknya coretan coretan yang mengurangi estetika	Rusak ringan
WG3	Yogyakarta, Bener, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG4	Yogyakarta, Pringgokusuman, Gedong Tengen, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	1. Abutmen diselimuti oleh rumput dan lumut	Rusak ringan
WG5	Gg. Tukangan Kulon, Pringgokusuman, Gedong Tengen, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG6	Yogyakarta, Ngampilan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	1. Penumpukan sampah pada pilar di tengah sungai 2. Terdapat sedimen di tengah aliran jembatan	Rusak ringan
WG7	Ps. Serangan Yogyakarta, Jl. R. E. Martadinata No.2, Pakuncen, Wirobrajan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG8	Jl. Sugeng Jeroni 59-63, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG9	Jl. Prapanca 63-69, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	1. Abutmen retak besar 2. Terdapat gerusan pada abutmen	Rusak sedang
WG10	Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo, Manding, Sabdodadi, Kec. Bantul, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG11	Sewon, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG12	Glondong, Tirtonirmolo, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	1. Lapisan abutmen luar runtuh 2. Abutmen terlihat basah	Rusak sedang

Nama Kode Insfratruktur Jembatan	Lokasi	Jenis kerusakan	Kriteria
WG13	Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG14	Kasih, Glondong, Tirtonirmolo, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	1. Gerusan pada abutmen 2. Dpt sekitar abutmen tergerus	Rusak ringan
WG15	Kasih, Glondong, Tirtonirmolo, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik

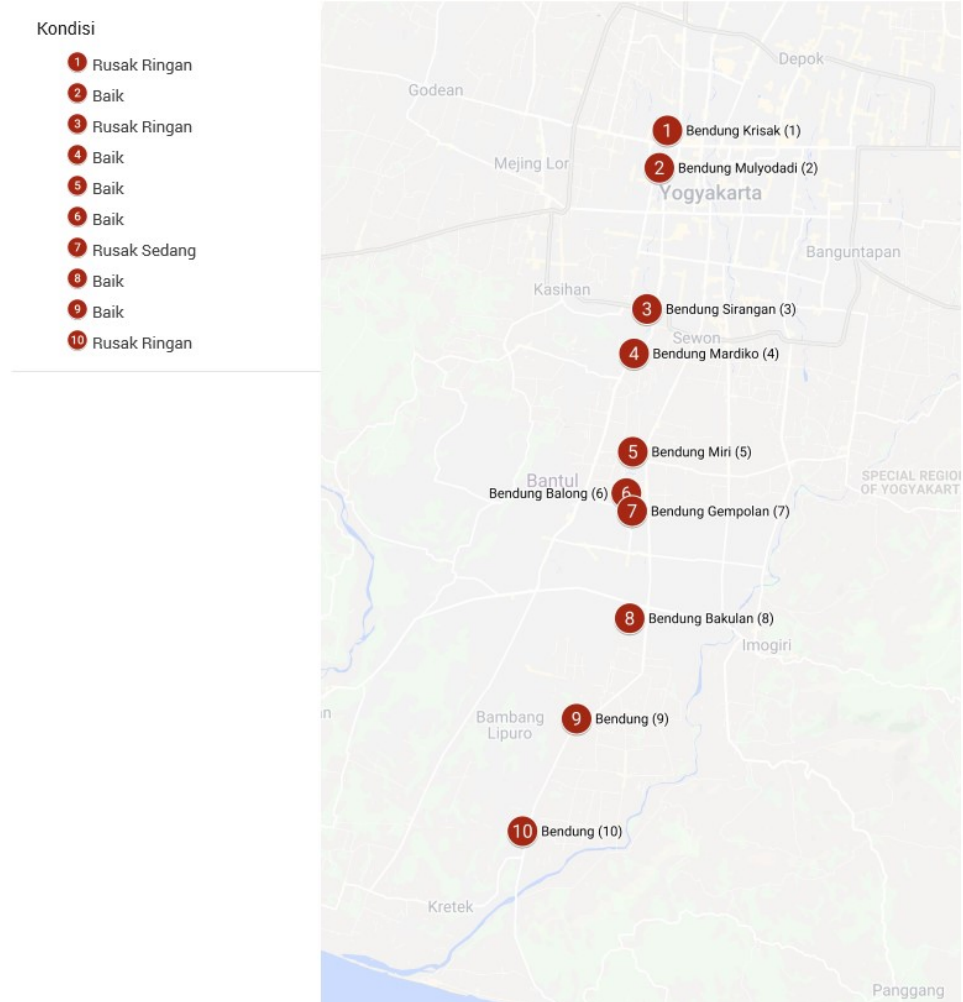
Tabel 4.8 Hasil Kriteria tingkat kerusakan bangunan bendung

Nama Kode Insfratruktur Bendung	Lokasi	Jenis kerusakan	Kriteria
WG1	Kricak, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	1. Bentuk fisik bangunan terdapat sedikit perubahan 2. adanya retakan kecil bagian bawah bendung	Rusak ringan
WG2	Tegalrejo, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG3	Jl Ring Road Selatan , Tirtonirmolo , Kasihan , Bantul , Daerah Istimewa Yogyakarta, Dongkelan, Panggunharjo, Sewon, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta	-	Baik
WG4	Balong, Timbulharjo, Kec. Sewon, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG5	Sewon, Gatak, Timbulharjo, Kec. Sewon, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG6	Pugeran, Semoyo, Kec. Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG7	Jl. Pramuka, Area Sawah, Trirenggo, Kec. Bantul, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	1. Plesteran banyak yang mengelupas 2. Terdapat banyak keretakan pada beton 3. Terdapat gerusan pada bagian DPT hilir yang berpotensi merusak badan bendung	Rusak sedang

Nama Kode Insfratraktur Bendung	Lokasi	Jenis kerusakan	Kriteria
WG8	Jl. Cepoko Jajar, Trirenggo, Kec. Bantul, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG9	Kec. Bambanglipuro, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	-	Baik
WG10	Kuwon, Sidomulyo, Kec. Bambanglipuro, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bentuk fisik bangunan terlihat ada perubahan 2. Plesteran banyak yang mengelupas 3. Terdapat banyak keretakan pada beton 	Rusak ringan

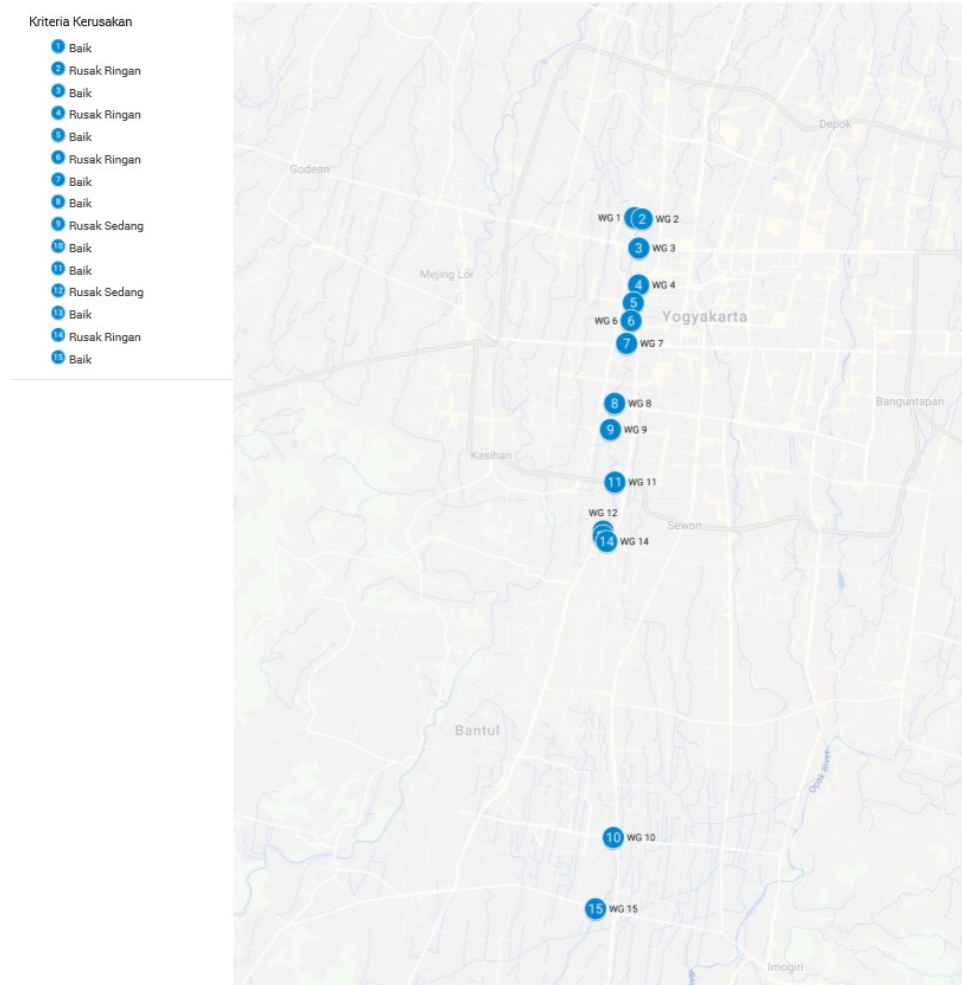
Pada Tabel 4.7 dan 4.8, hasil survei pada bangunan jembatan dan bendung diketahui pada infratraktur sungai Winongo memiliki tingkat kerusakan yang berbeda-beda. Pada bangunan jembatan, dari 15 bangunan yang ditinjau, terdapat 9 jembatan dengan kriteria baik dengan tingkat kerusakan < 10%, 4 jembatan dengan kriteria rusak ringan dengan tingkat kerusakan 10-20%, dan 2 jembatan dengan kriteria rusak sedang dengan tingkat kerusakan > 40%, sedangkan pada bangunan bendung, rata rata kondisi insfratraktur bendung yang berada pada sungai Winongo memiliki kondisi baik, terdapat 7 bendung dengan kriteria bai dengan tingkat kerusakan <10%, 2 bendung dengan kriteria rusak ringan dengan tingkat kerusakan 10-20 %, dan 1 bendung dengan kriteria rusak sedang dengan tingkat kerusakan 20-40%. Berikut adalah persebaran kondisi bangunan sungai yang berada di sungai Winongo.

Peta Survei Bangunan Non Jembatan



Gambar 4.32 Persebaran kondisi Bendung di Sungai Winongo

Bangunan Jembatan





Gambar 4.33 Persebaran kondisi Bendung di Sungai Winongo

Badai cempaka yang terjadi pada tahun 2017 menyebabkan naiknya muka air sungai sampai melewati kondisi normal turut berperan pada kerusakan insfrastuktur yang berada pada sungai winongo di dominasi oleh kerusakan pada bagian bawah bangunan, kerusakan pada bagian abutmen untuk bangunan jembatan dan longsor bagian dinding penahan tanah pada bangunan bendung karena jenis kerusakan ini dominan disebabkan oleh gerusan air yang deras dan usia bangunan yang cukup tua.

4.5. Kondisi Sempadan Sungai Winongo

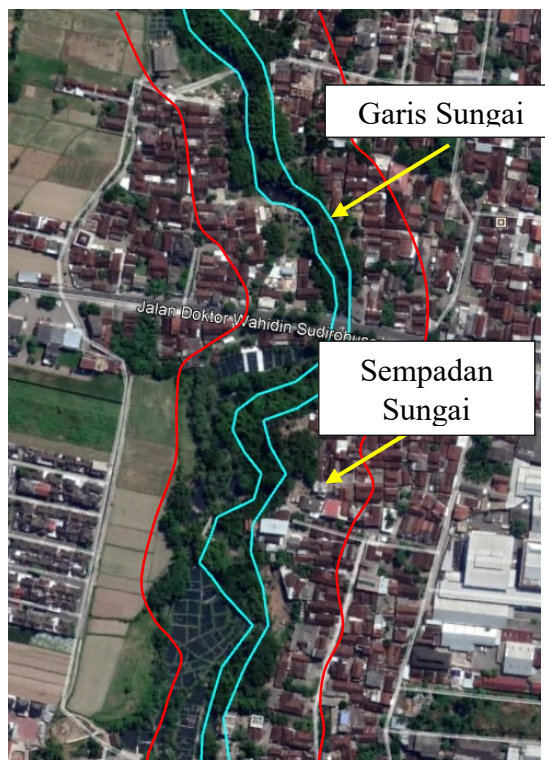
Berdasarkan peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. Nomor 28/Prt/M/2015 tentang garis sempadan sungai dan garis sempadan danau, terdapat dua kriteria yang menjelaskan tentang lebar sempadan sungai. Kriteria tentang lebar sempadan sungai dapat dilihat dalam Tabel 4.9

Tabel 4.9 Penetapan lebar sempadan sungai

No	Tipe sungai melintang sungai	Tipikal potongan melintang sungai	Di luar kawasan perkotaan		Di dalam kawasan perkotaan	
			Kriteria	Lebar minimal	Kriteria	Lebar minimal
1	Sungai bertanggul (diukur dari kaki tanggul sebelah luar)			5 m		3 m
2	Sungai tak bertanggul (diukur dari tepi sungai)		Sungai kecil (luas DAS < 500 km ²)	50 m	Kedalaman > 20 m	30 m
					Kedalaman 3 m sd. 20 m	15 m
			Sungai besar (luas DAS > 500 km ²)	100 m	Kedalaman sd. 3 m	10 m

Pada Tabel 4.9 menjelaskan jika kriteria sempadan pada sungai bertanggung yang berada dalam kawasan luar perkotaan memiliki lebar sempadan paling sedikit 5 meter sedangkan untuk kawasan dalam perkotaan memiliki lebar minimal 3 meter. Untuk sungai yang tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan dengan luas DAS dibawah 500 km² memiliki lebar sempadan minimal 50 meter dari tepi kiri dan tepi kanan palung sungai sepanjang alur sungai, selanjutnya untuk sungai tidak bertanggung dengan luas DAS diatas 500 km memiliki lebar sempadan minimal 100 meter dari tepi kiri dan tepi kanan palung sungai sepanjang alur sungai. Untuk di dalam kawasan perkotaan garis sempadan sungai minimal 10 meter dari tepi kiri dan tepi kanan palung sungai sepanjang alur sungai untuk kedalaman dibawah 3 meter, garis sempadan sungai minimal 15 meter dari tepi kiri dan tepi kanan palung sungai sepanjang alur sungai untuk kedalaman di bawah 3 meter sampai dengan 20 m, garis sempadan sungai minimal 20 meter dari tepi kiri dan tepi kanan palung sungai sepanjang alur sungai untuk kedalaman diatas 30 meter

Pada asesmen ini, sempadan yang diamati yaitu berada pada tiga wilayah yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Pengolahan peta sempadan di sket dengan menggunakan bantuan *Google Earth Pro* kemudian di *export* ke *software ArcGIS* dengan penyesuaian lebar sempadan sungai berdasarkan peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. Nomor 28/Prt/M/2015. Hasil dari pengolahan peta sempadan berdasarkan peta tata guna lahan tahun 2016 seluruh wilayah sempadan sungai Winongo pada Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul yaitu 44,2 % sebagai pemukiman, 39,9% sebagai sawah irigasi, 9,0% sebagai sungai, 6,3 persen sebagai kebun warga, dan sisanya terbagi oleh kolam air tawar, tanah kosong, semak belukar, sungai, dan tegalan.

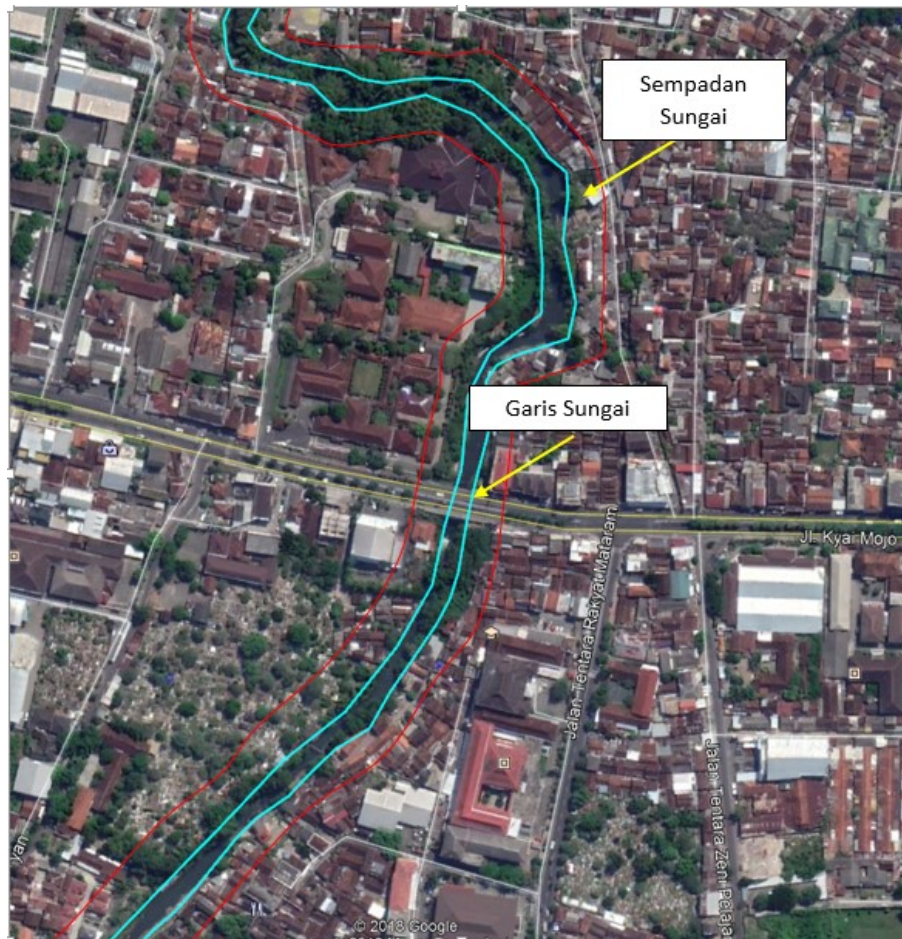


Gambar 4.34 Peta sempadan sungai Winongo di Kabupaten Sleman

Pada Gambar 4.34 merupakan sempadan sungai Winongo berupa pemukiman warga yang berlokasi di sekitar jembatan Jalan Doktor Wahidin



Gambar 4.35 Kondisi sempadan sungai Winongo di Kabupaten Sleman



Gambar 4.36 Peta sempadan sungai di Kota Yogyakarta

Pada Gambar 4.36 merupakan peta sempadan sungai Winongo di kawasan Kota Yogyakarta khususnya di Jl. Kyai Mojo No.64, 001, Bener, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55243.



Gambar 4.37 Kondisi sempadan sungai Winongo di Jalan Kyai Mojo

Pada Gambar 4.38 merupakan sempadan sungai di sekitar jembatan, guna lahan pada sekitar sungai pada jembatan tersebut merupakan pemukiman warga.



Gambar 4.38 Peta sempadan sungai di Kabupaten Bantul

Pada Gambar 4.39 merupakan peta sempadan sungai Winongo di Jl. Bantul, Kasihan, *Special Region of Yogyakarta*.



Gambar 4.39 Kondisi sempadan sungai Winongo di Jalan Bantul

Pada Gambar 4.38 merupakan sempadan sungai di sekitar jembatan, guna lahan pada sekitar sungai pada jembatan tersebut merupakan pemukiman warga.

Tinjauan pada sempadan dilakukan peninjauan secara langsung, sempadan pada sungai Winongo ini banyak dijadikan sebagai tempat fasilitas warga seperti pemukiman. Sempadan sungai yang seharusnya bebas dari pemukiman warga namun keadaan di lokasi langsung keadaannya berbeda. Dari hasil survei terdapat 44% sempadan sungai sebagai lingkungan pemukiman warga. Peraturan tentang jarak sempadan, peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. Nomor 28/Prt/M/2015 sebenarnya telah ditetapkan, tetapi tetap saja selalu ada oknum yang dapat mendirikan bangunan di sekitar sempadan sungai.

Tabel 4.10 Persentase tata guna lahan pada sempadan sungai Winongo

Landuse	Persentase
Kebun	6.3
Kolam Air	
Tawar	0.0
Pemukiman	44.2
Tanah kosong	0.0
Sawah irigasi	39.9
Semak/belukar	0.1
Sungai	9.0
Tegalan	0.4

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. Nomor 28/Prt/M/2015 Pasal 3, Ayat 2, Point b, menjelaskan bahwa kegiatan pemanfaatan dan upaya peningkatan nilai manfaat sumber daya yang ada di sungai dan danau dapat memberikan hasil secara optimal sekaligus menjaga kelestarian fungsi sungai dan danau, sehingga dari hasil tabel 4.7, terdapat 44,2% peruntukan sempadan sungai sebagai pemukiman warga yang tidak sesuai dengan peraturan tersebut. Persentase 44,2% tersebut dapat terjadi karena saat warga mendirikan rumah di sekitar sungai, peraturan tentang sempadan sungai belum ditetapkan dan kurangnya sosialisasi akan peraturan jarak sempadan sungai. Tetapi yang menjadi masalah pada asesmen ini yaitu warga yang tidak memikirkan keselamatannya dan masih mau tinggal di pinggiran sungai mengingat banyaknya dampak negatif yang dapat timbul untuk warga itu sendiri dan sungai.

Tabel 4.11 Jumlah penduduk di sempadan sungai Winongo

Kabupaten	Kecamatan	Jumlah penduduk (Jiwa)
Bantul	Bambanglipuro	276
	Bantul	1984
	Jetis	540
	Kasih	1247
	Kretek	756
	Pundong	224
	Sewon	1243
Yogya	Gedong Tengen	256
	Mantrijeron	384
	Ngampilan	301
	Tegalrejo	1138
	Wirobrajan	1389
Sleman	Gamping	94
	Mlati	2097
	Ngaglik	98
	Sleman	759
Jumlah		12786

Pada tabel diatas menunjukkan jumlah penduduk yang bertempat tinggal di dalam sempadan sungai Winongo, total terdapat 12.786 jiwa penduduk.

4.6. Morfologi Sungai Winongo

Sungai Winongo merupakan salah satu sungai besar yang mengalir Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai Ini mempunyai panjang 43,75 km mengalir Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Masalah yang berada pada sungai Winongo khususnya daerah sempadannya kurang lebih sama dengan sungai sungai yang berada di wilayah Yogyakarta, yaitu pemukiman warga ilegal yang dapat mempersempit badan sungai, resiko bendakan banjir, tanah longsor, erupsi lahar gunung Merapi, dan sampah hasil limbah industri. Permasalahan utama pada sungai Winongo ini yaitu aliran air yang terpolusi, hal ini diakibatkan oleh banyaknya sampah dan limbah hasil industri maupun rumah tangga yang langsung dibuang menuju sungai. Permasalahan selanjutnya yaitu adanya sedimentasi pada sungai, pada titik tertentu terdapat aliran sungai yang relatif kecil yang menyebabkan adanya sedimentasi dan sampah yang terbawa arus juga terhalang hasil sedimen sehingga menjadi sampah yang bertumpuk di badan sungai.

Menurut Rosgen (1996) tipe sungai Winongo berdasarkan W/D rasio atau perbandingan antara lebar sungai dan kedalaman sungai adalah tipe C dan D, dengan hitungan:

Analisis Slope:

Tinggi hulu sungai Winongo = 350 m

Tinggi hilir sungai Winongo = 50 m

Panjang sungai = 43,75 km

$$\begin{aligned} \text{Slope:} &= \frac{\text{Tinggi Hulu} - \text{Tinggi Hilir}}{\text{Panjang Sungai}} \times 100 \\ &= \frac{350 - 50}{43.750} \times 100 \\ &= 0,74 \% \end{aligned}$$

Analisis W/D Rasio :

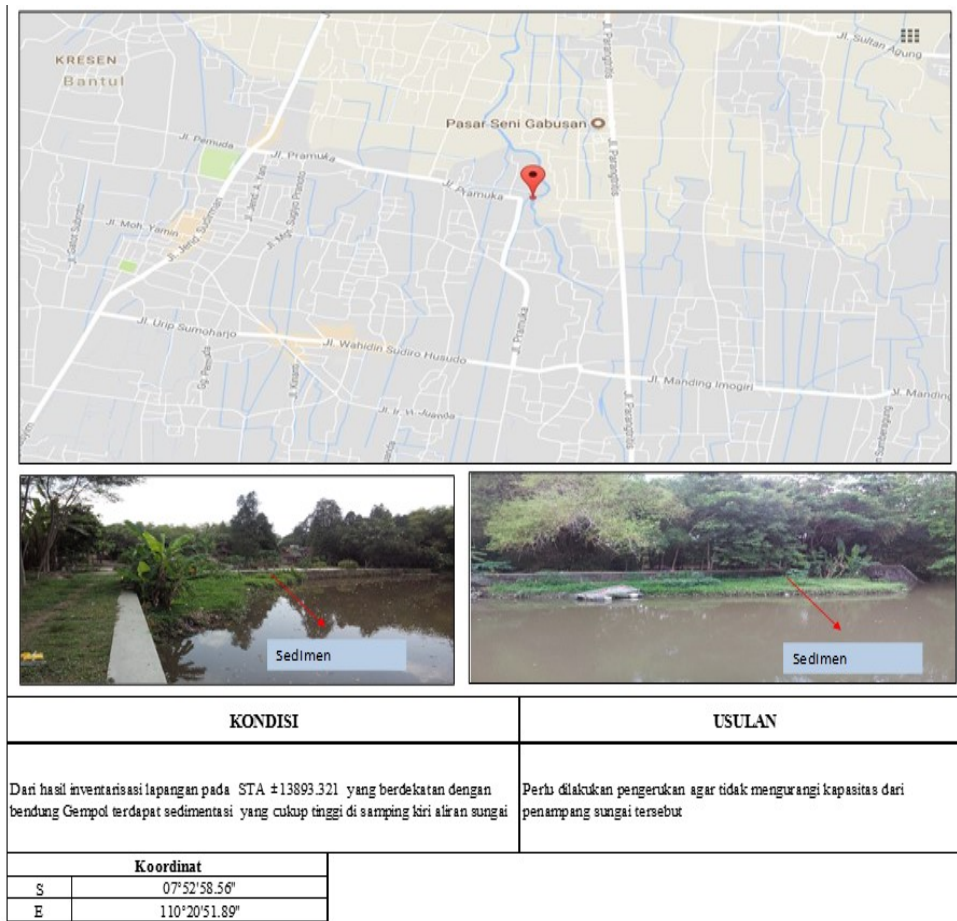
$$\begin{aligned} \text{Width/Depth Ratio} &= \frac{\text{Lebar aliran sungai (Wbkt)}}{\text{Kedalaman Aliran Sungai (Dbkt)}} \\ &= \frac{16,01}{01,03} = 15,59 < 40 \end{aligned}$$

Jadi sungai Winongo termasuk tipe sungai C dan D karena memiliki Slope lebih kecil dari 2% dan nilai W/D Ratio Lebih kecil dari 40



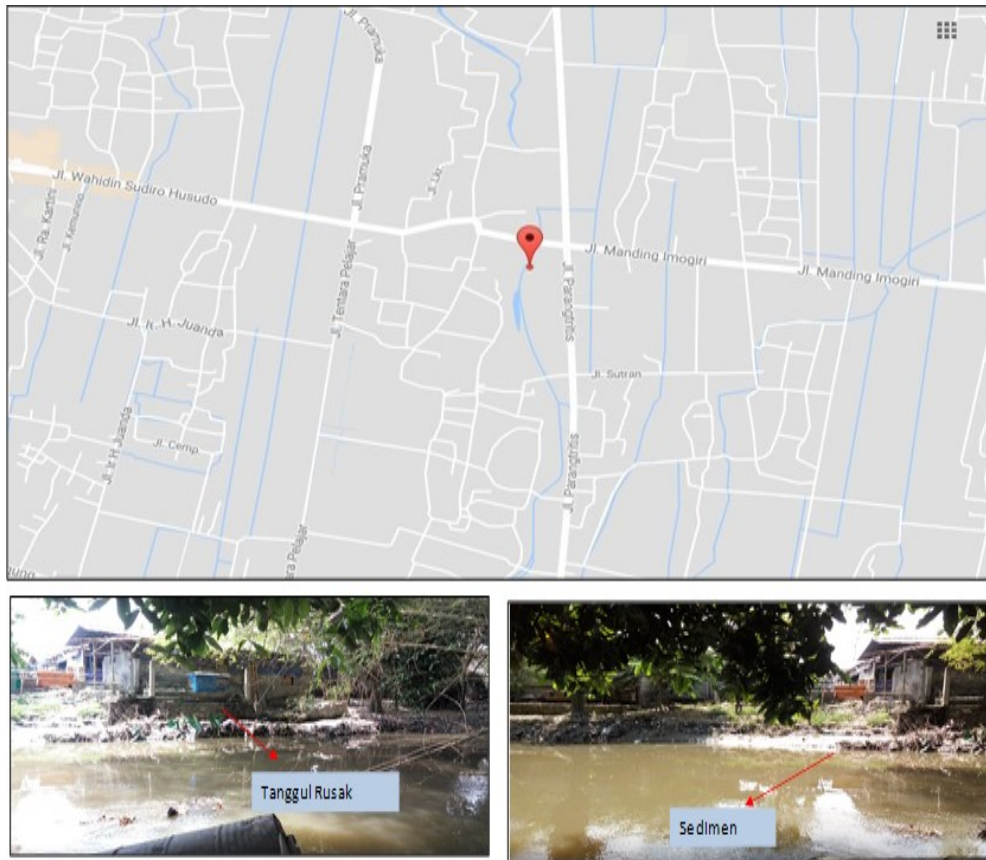
Sumber: BBWS Serayu-Opak, 2017

Gambar 4.40 Detail morfologi yang menunjukkan terdapat sedimen pada sungai Winongo



Sumber: BBWS Serayu-Opak, 2017

Gambar 4.41 Detail morfologi yang menunjukkan terdapat wilayah sedimen yang cukup luas



Sumber: BBWS Serayu-Opak, 2017

Gambar 4.42 Detail morfologi yang menunjukkan terdapat kerusakan pada tanggul dan sedimen pada sungai Winongo

4.7. Gradasi Meterial Sungai

Material yang diambil untuk gradasi yaitu material yang berada di sekitar infratraktur sungai, dilakukan pengujian gradasi material dasar sungai yang dilakukan di laboratorium tanah, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. sedimen yang diambil untuk uji gradasi berjenis kerikil, pasir, dan lempung.



Gambar 4.43 Contoh sampel sedimen yang akan diuji

Jenis sedimen ini diberi nama berdasarkan ukuran partikel sedimen yang paling dominan terkandung dalam sampel sedimen tersebut. Pada Tabel 4.12 menunjukkan tabel klasifikasi ukuran partikel sedimen yang dikembangkan oleh MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), USDA (*U.S Department of Agriculture*), AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), USCS (*Unified Soil Classification System*), ASTM (*American Standard Testing and Material*), dan BSI (*British Standards Institution*).

Tabel 4.12 Klasifikasi ukuran partikel tanah

Nama organisasi	Ukuran butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
MIT	> 2	0,006 – 2	0,006 – 0,002	< 0,002
USDA	> 2	0,005 – 2	0,05 – 0,002	< 0,003
AASHTO	76,2 – 2	0,075 -2	0,075 – 0,002	< 0,004
USCS	76,2 – 4,75	0,075 – 4,75	0,075 – 0,002	< 0,005
ASTM	76,2 – 4,75	0,075 – 4,75	0,075 – 0,002	< 0,006
BSI	63 – 2	0,0063 -2	0,063 – 0,002	< 0,007

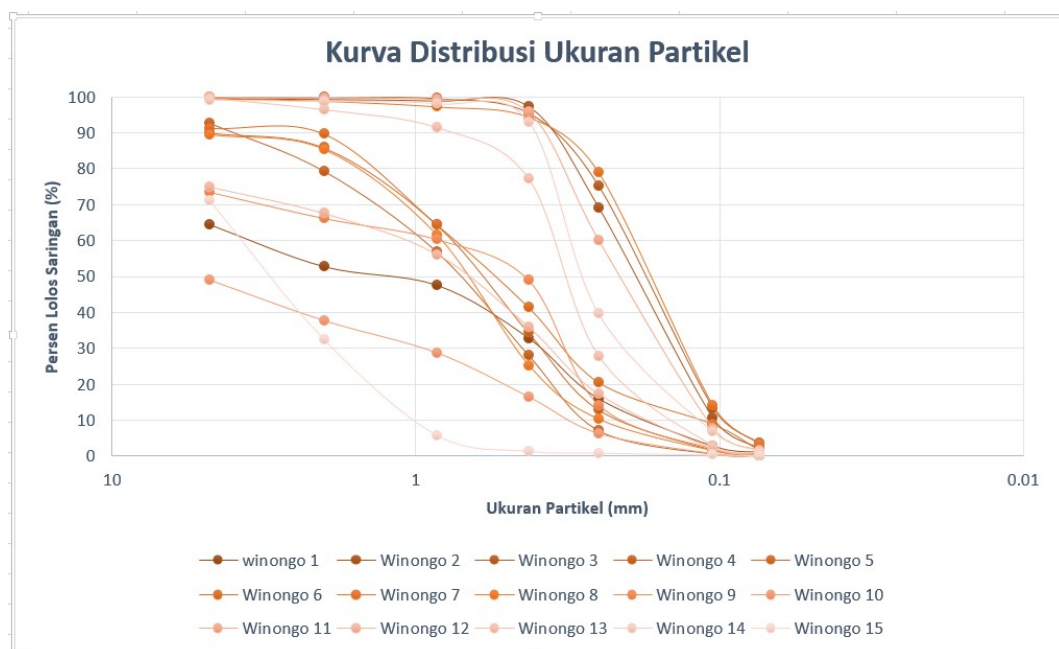
Sesuai hasil pengujian yang dilakukan pada sampel tanag dasar sungai sekitar infrastruktur yang diambil saat survei lapangan diperoleh hasil seperti pada

Tabel 4.13 dan dibuat grafik hubungan antara ukuran saringan dan persen lolos saringan.

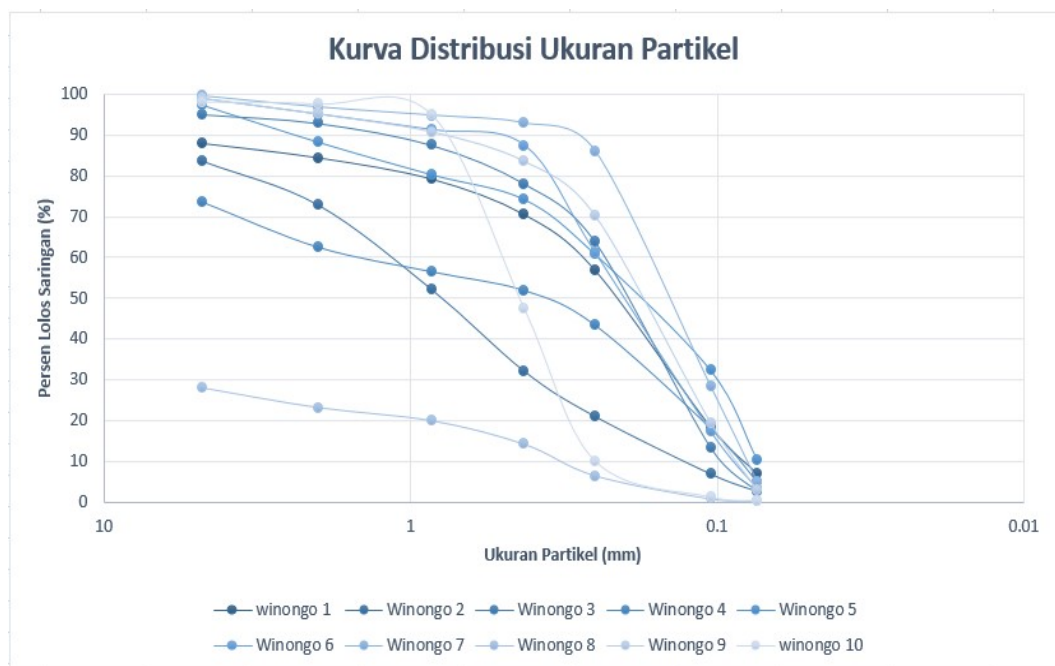
Tabel 4.13 Contoh hitungan gradasi butiran pada jembatan WG 01

No. saringan	Ukuran partikel (mm)	Masa sedimen tertahan pada saringan (gr)	Jumlah komulatif masa tertahan pada saringan (gr)	Persen lolos saringan (%)
4	4.75	163	163	65.56
10	2	54	217	52.82
20	0.85	24	241	47.61
40	0.425	68	309	32.83
60	0.25	78	387	15.87
140	0.105	61	448	2.61
200	0.074	8	456	0.87
Pan		1	460	0

Dan hasil perhitungan gradasi dari semua sampel yang sudah diuji di laboratorium menghasilkan grafik gradasi seperti Gambar 4.43 dan Gambar 4.44



Gambar 4.44 Grafik hubungan antara ukuran partikel dan persen lolos saringan pada bangunan jembatan



Gambar 4.45 Grafik hubungan antara ukuran partikel dan persen lolos saringan pada bangunan bendung

Menurut Rosgen (1996) menjelaskan bahwa karakteristik sungai pada daerah hilir memiliki sedimen yang sedikit sedangkan pada tengah sungai memiliki kadar sedimen yang mulai banyak, dan pada hilir sungai memiliki sedimen yang cukup banyak, keadaan sedimen pada sungai Winongo bertentangan oleh teori Rosgen karena kurva yang dihasilkan dari analisis saringan dan gradasi memiliki jenis butiran acak, contohnya pada daerah hulu memiliki karakteristik sedimen dengan komposisi lempung dan lanau yang dominan, dan pada daerah tengah dan hilir juga terdapat kondisi sedimen dengan kriteria pasir dan kerikil, hal ini menunjukkan bahwa partikel dasar sungai Winongo memiliki partikel yang berbeda beda, pada titik tertentu terdapat titik dasar sungai dominan kerikil, dan pada titik lain jenis partikel dasar sungai berjenis pasir, sedimen, dan lanau.

Gambar 4.43 dan 4.44 juga menunjukkan bahwa ukuran partikel rata-rata sedimen pada sungai Gajah Wong sekitar 0,002 mm sampai 4,75 mm yang menurut AASHTO, USCS, ASTM dan BSI tanah yang memiliki ukuran partikel 0,003 mm – 4,75 mm merupakan jenis sedimen dengan campuran kerikil, pasir, lempung, dan lanau. Dengan pola distribusi dari hulu ke hilir acak.