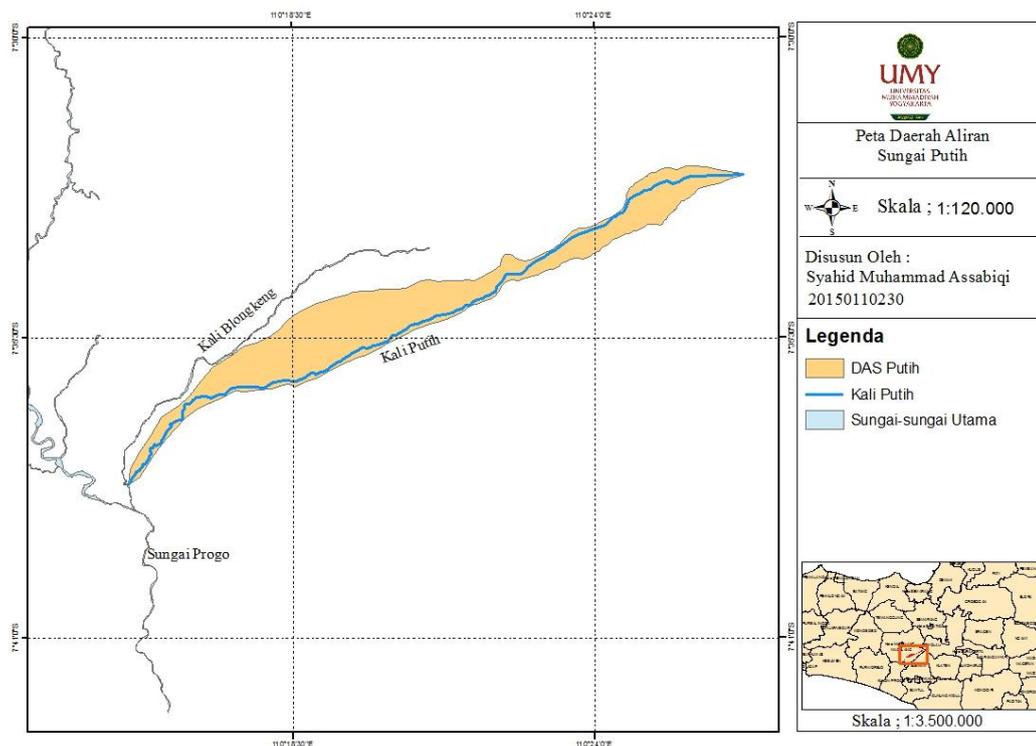


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Putih

Daerah Aliran Sungai (DAS) Putih terletak di Kabupaten Magelang dengan luas kurang lebih 26,12 km² dengan panjang sungai utama kurang lebih 25,4 km yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. Kali Putih ini memiliki hulu yang terletak di Desa Ngargomulyo, Kecamatan Dukun, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Kali Putih merupakan salah satu sungai yang bermuara pada Gunung Merapi di daerah Magelang yang melewati setidaknya 15 desa yang termasuk ke dalam 4 kecamatan. Adapun jumlah penduduk serta luas wilayah dari masing-masing desa dapat dilihat pada Tabel 4.1.

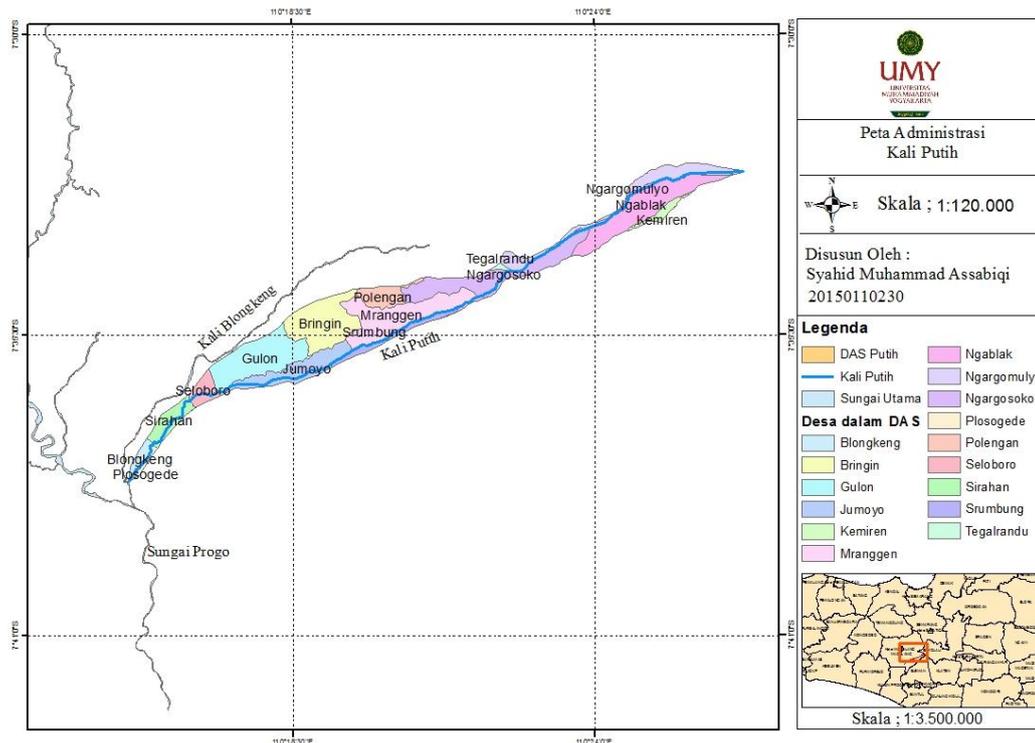


Gambar 4.1 DAS Putih (Peta RBI dengan ArcGIS 10.2)

Tabel 4.1 Jumlah penduduk dan luas wilayah tiap daerah administrasi
(Disdukcapil dan BPS Magelang, 2018)

Desa	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas Wilayah (km²)	Kepadatan penduduk (jiwa/ km²)
Blongkeng	2931	2	1466
Plosogede	4320	3	1440
Gulon	8781	4,83	1818
Jumoyo	8308	3,8	2186
Sirahan	3477	2,75	1264
Seloboro	2346	1,47	1596
Mranggan	4455	4,17	1068
Ngablak	2449	3,63	675
Ngargosoko	2305	4,12	559
Bringin	6527	4,87	1340
Srumbung	3973	2,84	1399
Tegalrandu	2317	2,99	775
Kemiren	1195	6,17	194
Polengan	2031	1,54	1319
Ngargomulyo	2481	9,47	262
Total	57896	57,65	

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui kepadatan penduduk per km² tiap administrasi desa. Hal ini dapat berguna untuk mengetahui prakiraan jumlah penduduk yang termasuk ke dalam DAS Putih dengan cara mengetahui luas tiap desa yang masuk ke dalam DAS Putih. Analisis dari daerah administrasi tetap dilakukan menggunakan *software ArcGIS 10.2* dimana acuan dalam batas administrasi menggunakan batas administrasi desa seperti pada Gambar 4.2 sehingga didapatkan data luas desa yang masuk ke dalam DAS Putih. Data luas desa yang masuk ke dalam DAS ini kemudian diolah kembali untuk mendapatkan prakiraan jumlah penduduk di desa yang masuk ke dalam DAS yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.



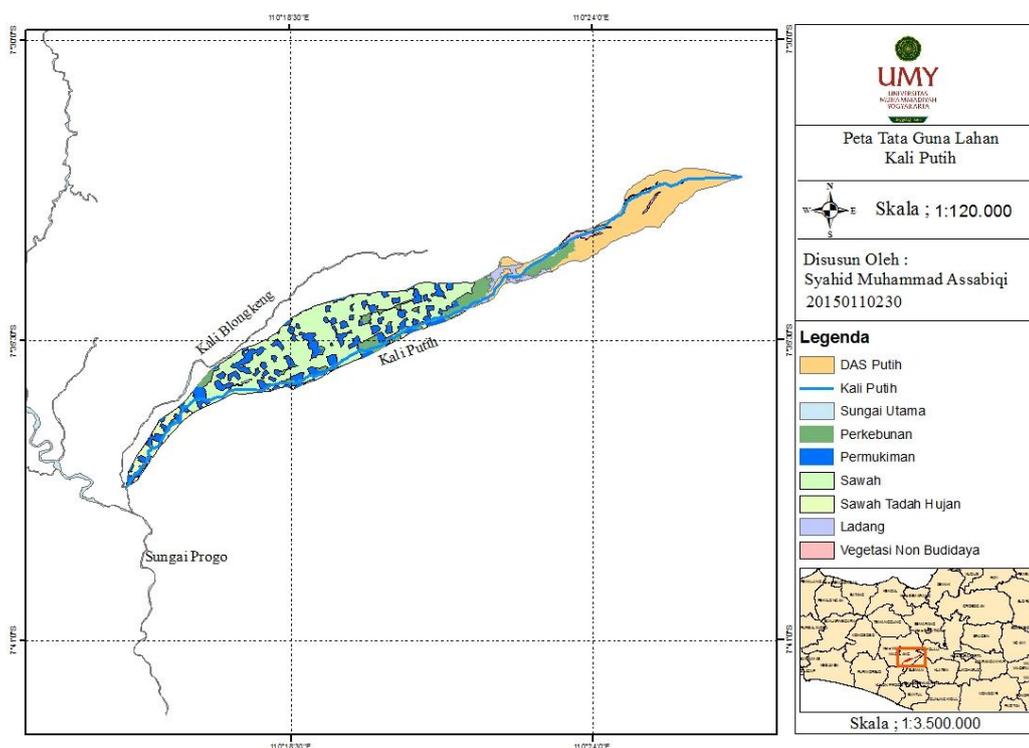
Gambar 4.2 Peta adminstrasi DAS Putih (Peta RBI dengan *ArcGIS 10.2*)

Tabel 4.2 Luas wilayah dan prakiraan jumlah penduduk dalam DAS Putih

Desa	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan penduduk (jiwa/ km ²)	Prakiraan Jumlah Penduduk (jiwa)
Blongkeng	0,43	1466	630
Plosogede	0,16	1440	230
Gulon	3,55	1818	6454
Jumoyo	2,09	2186	4569
Sirahan	0,97	1264	1226
Seloboro	0,73	1596	1165
Mranggen	3,53	1068	3770
Ngablak	3,73	675	2518
Ngargosoko	3,3	559	1845
Bringin	3,23	1340	4328
Srumbung	0,75	1399	1049
Tegalrandu	0,08	775	62
Kemiren	0,39	194	76
Polengan	0,99	1319	1306
Ngargomulyo	2,19	262	574
Total	26,12		29802

Daerah aliran sungai Putih memiliki tata guna lahan yang didominasi oleh sawah. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 4.3 yang tertera di bawah ini. Selain penggunaan lahan yang dominan sawah, DAS Putih juga memiliki tata guna lahan yang diantaranya adalah pemukiman, perkebunan, sawah, ladang, dan vegetasi non

budidaya lainnya, masing masing luas tata guna lahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3.



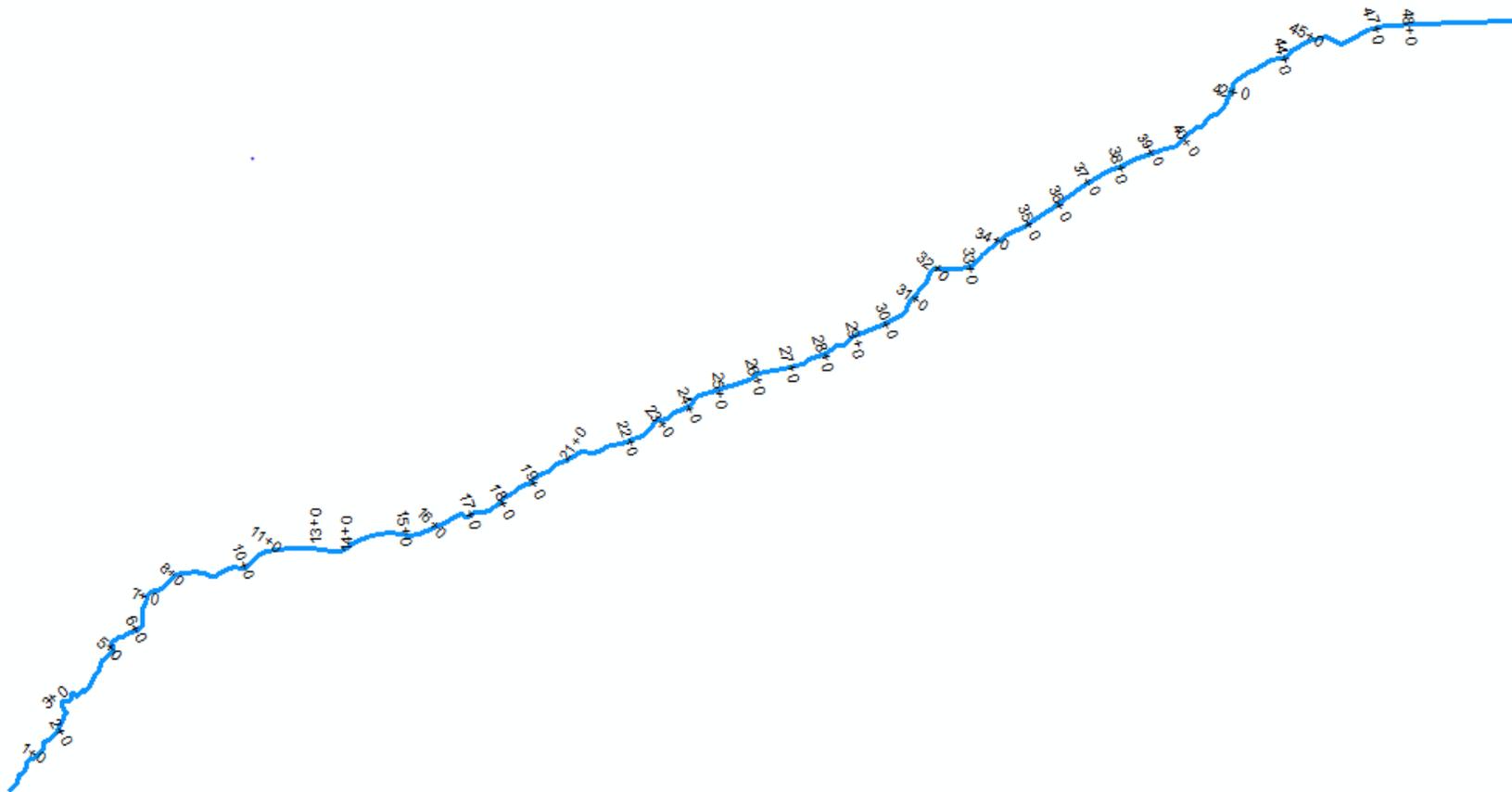
Gambar 4.3 Tata guna lahan DAS Putih (Peta RBI dengan *ArcGIS 10.2*)

Tabel 4.3 Luas tata guna lahan DAS Putih

Tata Guna Lahan	Luas (Ha)
Pemukiman	413,58
Sawah	1088,81
Sawah Tadah Hujan	93
Ladang	60,6
Perkebunan	245,2
Vegetasi non budidaya	42,52
Total	1943,71

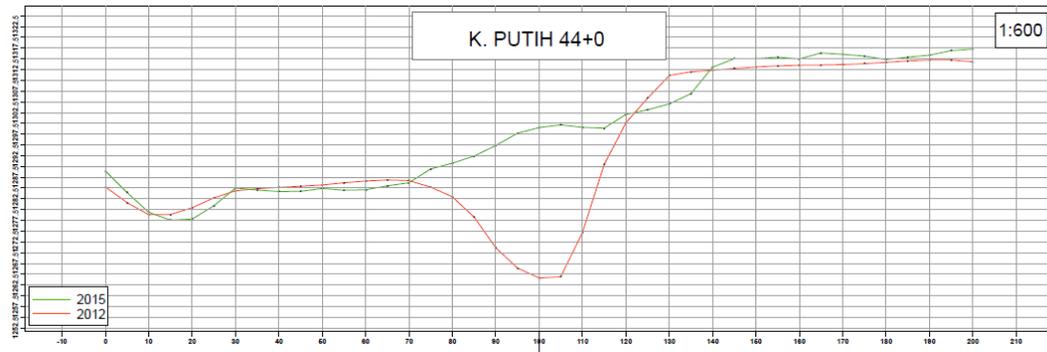
4.2 Geometri Kali Putih

Kali Putih memiliki panjang sungai utama kurang lebih 25 km yang kemudian ditampilkan dalam bentuk *long section* dan *cross section* yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu hulu, hilir, dan tengah. Hal ini untuk mempermudah dalam menampilkan gambar agar lebih jelas. Adapun *long section* ditampilkan pada Gambar 4.4.

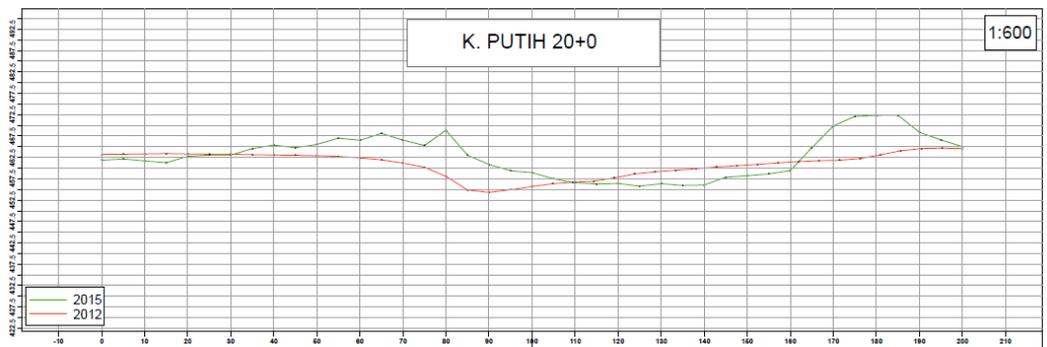


Gambar 4. 4 Tampilan potongan memanjang Kali Putih (PPK PL Gunung Merapi, 2016)

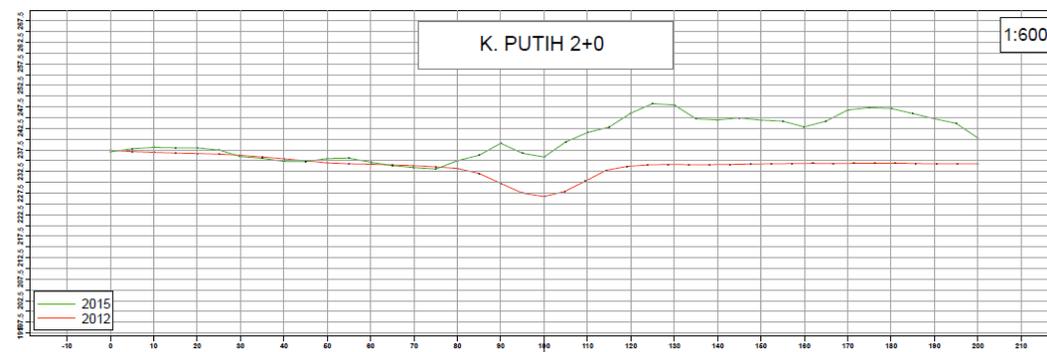
Gambar 4.4 merupakan tampilan memanjang dari Kali Putih yang didapatkan dari PPK PL Gunung Merapi yang kemudian dijabarkan kembali dalam bentuk melintang yang akan ditampilkan oleh salah satu titik dari setiap bagian hulu, tengah, dan hilir yang kemudian dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 4.5, Gambar 4.6, dan Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.5 Tampilan potongan melintang Kali Putih bagian hulu di titik 44+0 (PPK PL Gunung Merapi, 2016)



Gambar 4.6 Tampilan potongan melintang Kali Putih bagian tengah di titik 20+0 (PPK PL Gunung Merapi, 2016)



Gambar 4.7 Tampilan potongan melintang Kali Putih bagian tengah di titik 2+0 (PPK PL Gunung Merapi, 2016)

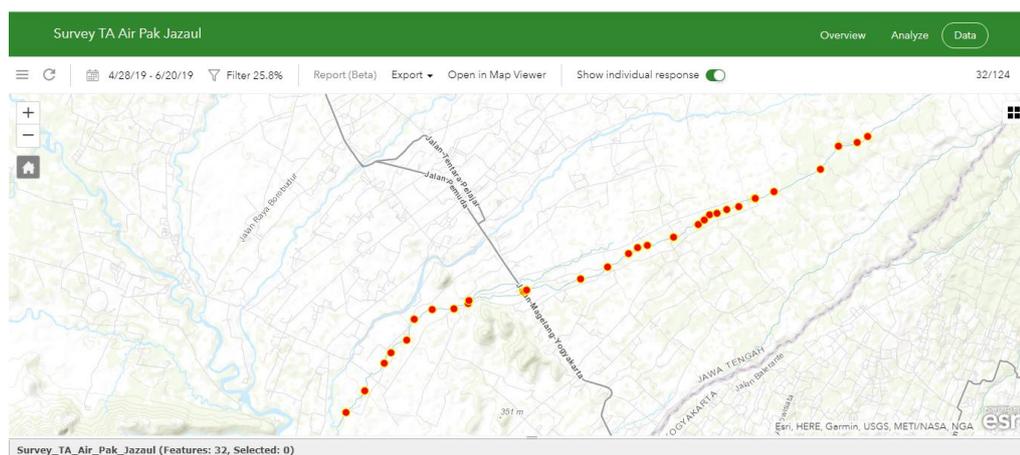
Dari Gambar 4.5, Gambar 4.6, dan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa garis merah menampilkan potongan melintang penampang Kali Putih yang diambil pada

tahun 2012, sedangkan garis hijau menampilkan potongan melintang penampang Kali Putih pada tahun 2015. Dari gambar inilah dapat diketahui bahwa terjadi beberapa perubahan dari morfologi Kali Putih terutama pada bagian dasar sungai yang mengalami penambahan maupun pengurangan volume dari proses sedimentasi yang terjadi. Hal ini tidak lepas dari material yang menumpuk pada sungai pasca erupsi Gunung Merapi 2010 silam. Setelah ditinjau dari setiap titik, didapatkan lebar rata-rata Kali Putih adalah 110 meter. Lebar sungai dari data ini berbeda dengan lebar rata-rata dari hasil survei yang dilakukan pada tahun 2019 dimana lebar rata-rata dari Kali Putih adalah 60 meter. Hal ini disebabkan adanya pelurusan sungai yang dibuat dari titik 15+0 sampai titik 10+0 dan dibuatnya tanggul pada tepi sungai yang didominasi oleh tanggul dari beton.

4.3 Hasil Asesment Infrastruktur Kali Putih dengan *Survey123 for ArcGIS*

Peninjauan kondisi infrastruktur dilakukan menggunakan dua metode yaitu metode survei lapangan dan pengumpulan data sekunder yang berfungsi sebagai sumber data yang nantinya dijadikan sebagai acuan dalam evaluasi kondisi infrastruktur Kali Putih. Survei dilakukan menggunakan aplikasi dari *Esri* dengan nama aplikasi *Survey123 for ArcGIS*. Sebelum survei dilakukan, ditentukan terlebih dahulu lokasi-lokasi yang terdapat infrastruktur sungai menggunakan bantuan *Google Earth*. Setelah dilakukan survei, didapatkan hasil sebagai berikut ini.

1. Peta lokasi infrastruktur Kali Putih



Gambar 4.8 Peta lokasi infrastruktur Kali Putih

Gambar 4.8 menampilkan total 32 lokasi hasil survei yang telah dilakukan oleh peneliti yang kemudian dipresentasikan dalam bentuk peta oleh aplikasi

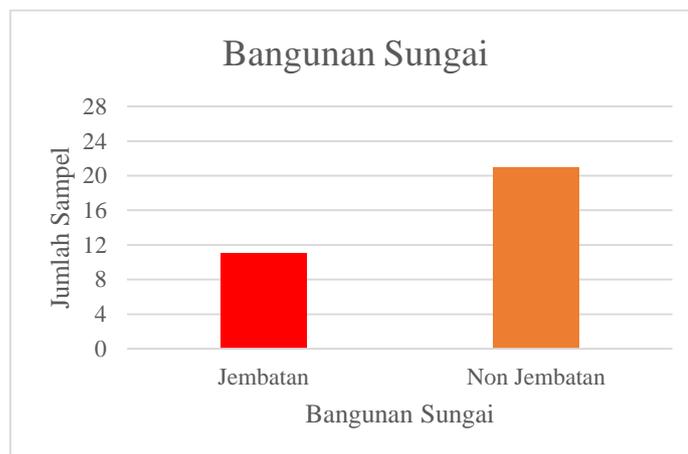
Survey123 for ArcGIS yang dimana titik-titik merah menunjukkan lokasi infrastruktur yang ditinjau.

2. Detail hasil survei

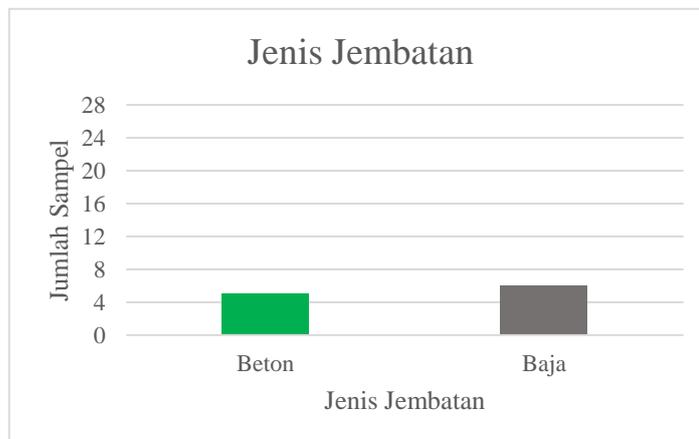
Selain presentasi dalam bentuk peta, aplikasi *Survey123 for ArcGIS* juga dapat mempresentasikan data yang diambil dari survei ini dalam bentuk grafik seperti berikut ini.

a. Jenis infrastruktur

Jenis infrastruktur dibagi menjadi dua yaitu jembatan dan non jembatan yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 yang menjelaskan bahwa terdapat 21 bangunan non jembatan dan 11 bangunan jembatan dengan pembagian 6 jembatan dengan rangka baja dan 5 jembatan terbuat dari beton seperti dijelaskan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.9 Data jenis infrastruktur Kali Putih



Gambar 4.10 Data jenis jembatan di Kali Putih

Dari Gambar 4.10 dapat dilihat pembagian jembatan yang terbagi menjadi jembatan baja dan jembatan beton. Adapun contoh dari jembatan baja dan jembatan beton dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan contoh jembatan beton dapat dilihat pada Gambar 4.12.

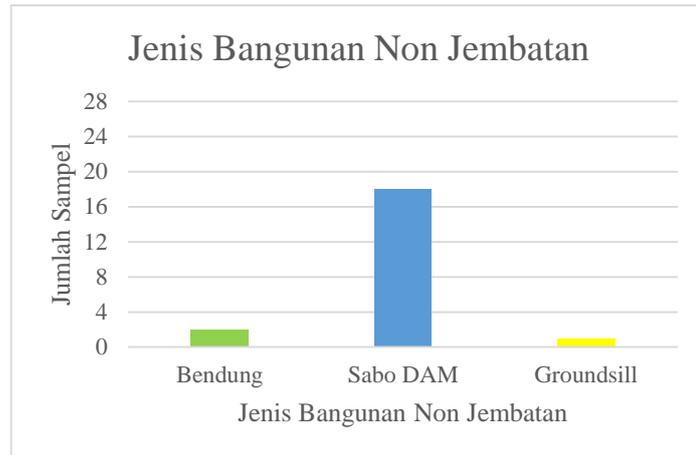


Gambar 4.11 Contoh jembatan rangka baja



Gambar 4.12 Contoh jembatan beton

Bangunan non jembatan yang ada di Kali Putih ini dibagi menjadi tiga yaitu bendung, *sabo dam*, dan *groundsill*. Jumlah dari ketiga bangunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.13. Adapun contoh bendung dapat dilihat pada Gambar 4.14, contoh *sabo dam* dapat dilihat pada Gambar 4.15, dan contoh *groundsill* dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.13 Data jenis infrastruktur non jembatan Kali Putih



Gambar 4.14 Contoh bangunan bendung



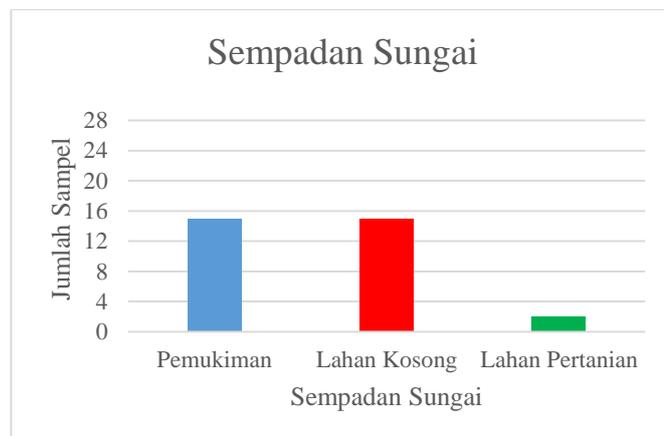
Gambar 4.15 Contoh bangunan *sabo dam*



Gambar 4.16 Contoh bangunan *groundsill*

b. Sempadan sungai

Dalam survei kali ini, sempadan sungai dibagi menjadi tiga jenis penggunaan yang diantaranya adalah pemukiman, lahan kosong, dan lahan pertanian yang hasilnya masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4.17 dimana dijelaskan bahwa terdapat 15 titik pemukiman, 15 titik lahan kosong, dan 2 titik lahan pertanian.



Gambar 4. 17 Data sempadan sungai pada titik survei

Contoh sempadan sungai yang berupa pemukiman dapat dilihat pada Gambar 4.18, contoh sempadan sungai yang berupa lahan kosong dapat dilihat pada Gambar 4.19, dan contoh sempadan sungai yang berupa lahan pertanian dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.18 Contoh sempadan sungai berupa pemukiman



Gambar 4.19 Contoh sempadan sungai berupa lahan kosong

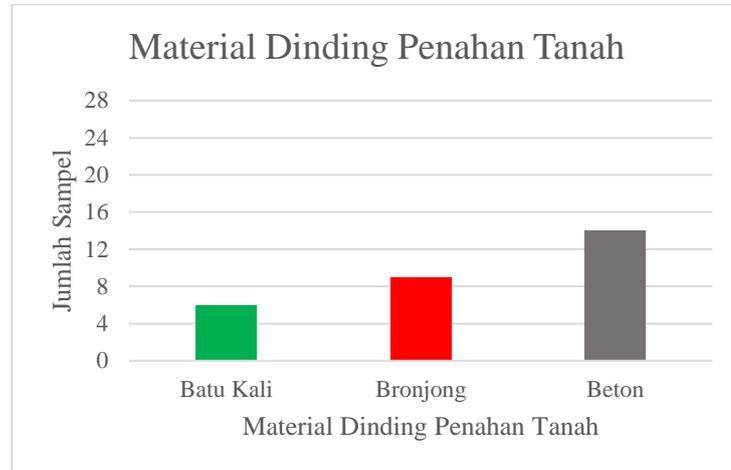


Gambar 4.20 Contoh sempadan sungai berupa lahan pertanian

c. Material dinding penahan tanah

Material dinding penahan tanah yang terdapat pada titik lokasi survei dibagi menjadi tiga jenis yaitu beton, bronjong, dan juga pasangan batu kali. Adapun pembagian ketiga jenis material dinding penahan tanah dapat dilihat

pada Gambar 4.21. Selain ketiga jenis tersebut, terdapat 3 lokasi yang tidak memiliki dinding penahan tanah sehingga tidak masuk ke dalam diagram untuk dijelaskan.



Gambar 4.21 Data material dinding penahan tanah

Contoh material dinding penahan tanah berupa pasangan batu kali dapat dilihat pada Gambar 4.22, contoh material dinding penahan tanah berupa bronjong dapat dilihat pada Gambar 4.23, dan contoh material dinding penahan tanah berupa beton dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.22 Contoh dinding penahan tanah dari pasangan batu kali



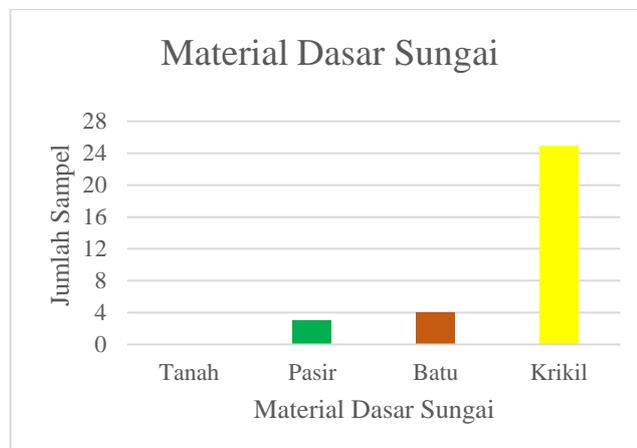
Gambar 4.23 Contoh dinding penahan tanah berupa bronjong



Gambar 4.24 Contoh dinding penahan tanah dari beton

d. Material dasar sungai

Dari 32 lokasi infrastruktur yang telah di survei didapatkan hasil bahwa terdapat 4 lokasi yang memiliki dasar sungai batu, 25 lokasi yang memiliki dasar sungai kerikil, dan 3 lokasi yang memiliki dasar sungai pasir yang dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Data material dasar sungai dari titik lokasi survei

Contoh material dasar sungai berupa pasir dapat dilihat pada Gambar 4.26, sedangkan contoh material dasar sungai berupa batu dapat dilihat pada Gambar 4.27, dan contoh material dasar sungai berupa krikil dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.26 Contoh material dasar sungai berupa pasir



Gambar 4.27 Contoh material dasar sungai berupa batu

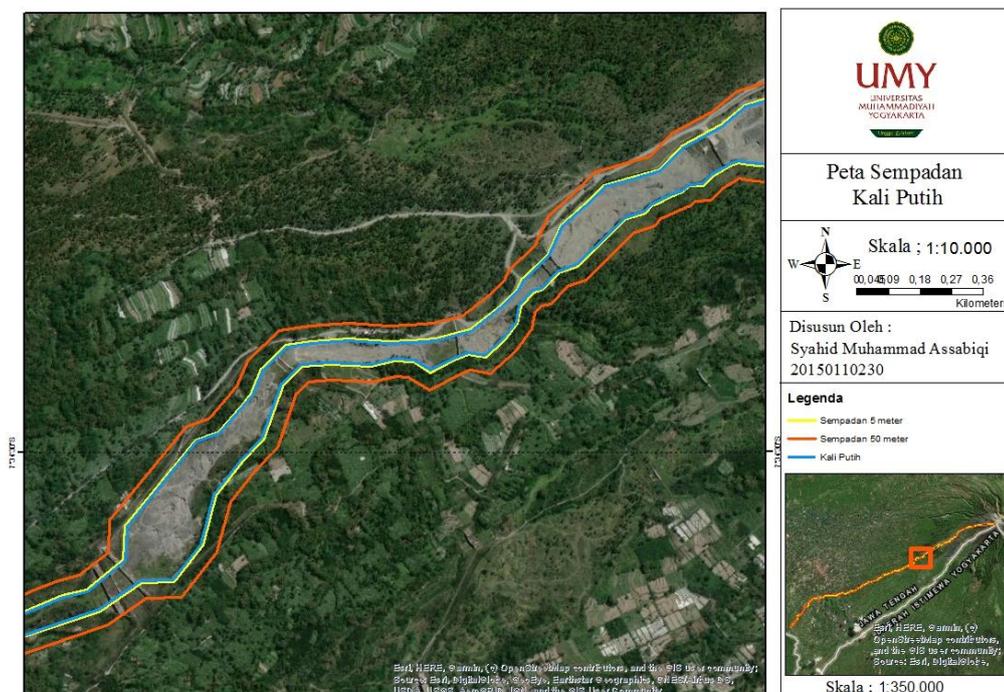


Gambar 4.28 Contoh material dasar sungai berupa krikil

4.4 Kondisi Sempadan Kali Putih

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015 tentang penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau menjelaskan bahwa garis sempadan sungai adalah garis maya kiri dan kanan palung sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai. Dari pengertian di atas, tentunya kita dapat mengetahui bahwa daerah yang masuk ke dalam garis sempadan sungai dapat kita sebut dengan daerah sempadan sungai. Daerah sempadan inilah yang kemudian akan ditinjau dari penelitian kali ini.

Dari Tabel 2.6 mengenai kriteria penentuan garis sempadan sungai, peneliti menyimpulkan bahwa garis sempadan sungai yang akan ditinjau adalah garis sempadan sungai dengan jarak 5 m dan juga jarak 50 m dari tepi kanan dan kiri sungai. Hal ini disimpulkan berdasarkan tinjauan peneliti yang melakukan pendekatan visual dan juga data yang telah tersedia. Tinjauan dilakukan berdasarkan anggapan bahwa Kali Putih merupakan sungai yang berada di luar kawasan perkotaan dan berdasarkan hasil survei di lapangan yang menyatakan bahwa Kali Putih merupakan sungai yang memiliki tanggul pada beberapa bagian dan tidak memiliki tanggul pada beberapa bagian lainnya.

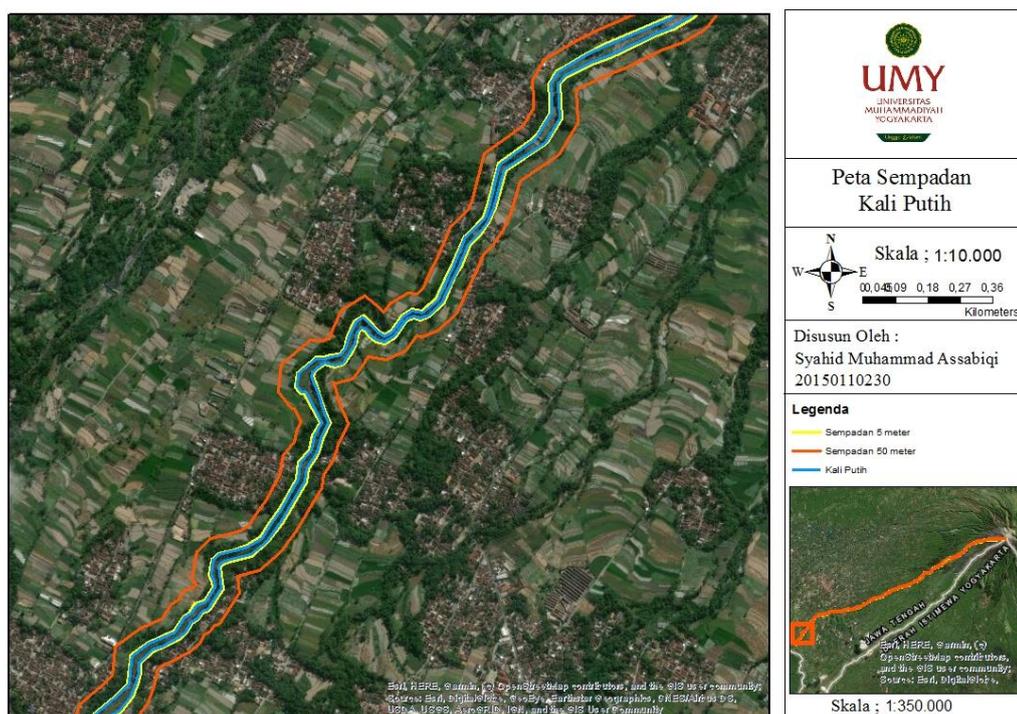


Gambar 4.29 Peta sempadan Kali Putih bagian hulu

dipresentasikan salah satu titik dari sempadan sungai yang telah ditinjau melalui survei lapangan dari peneliti pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Kondisi sempadan di salah satu titik di bagian tengah sungai



Gambar 4.33 Peta sempadan Kali Putih bagian hilir

Gambar 4.33 menampilkan peta sempadan sungai bagian hulu yang diolah menggunakan *software ArcGIS Desktop* yang kemudian dapat dipresentasikan salah satu titik dari sempadan sungai yang telah ditinjau melalui survei lapangan dari peneliti pada Gambar 4.34.



Gambar 4.34 Kondisi sempadan di salah satu titik di bagian hilir sungai

Setelah daerah sempadan sungai didapatkan, analisis dilakukan untuk mendapatkan beberapa indikator yang diperlukan untuk mengevaluasi sempadan Kali Putih yang diantaranya adalah tata guna lahan yang dapat dilihat pada Tabel 4.4. Data tata guna lahan yang didapat kemudian dianalisis kembali untuk mengetahui persentase pemukiman yang masuk dalam sempadan Kali Putih yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Luas tata guna lahan dalam sempadan Kali Putih

Tata Guna Lahan	Luas (Ha)		Persentase tata guna lahan (%)	
	5 m	50 m	5 m	50 m
Pemukiman	5,5	30	7,3	12,9
Sawah	25,69	79,52	33,9	34,2
Sawah Tadah Hujan	4,61	22,95	6,1	9,9
Ladang	4,01	11,92	5,3	5,1
Perkebunan	15,44	58,37	20,4	25,1
Vegetasi non budidaya	20,46	29,83	27	12,8
Total	75,71	232,59	100	100

Tabel 4.5 Persentase pemukiman dalam sempadan Kali Putih

Kecamatan	Luas Wilayah dalam sempadan (Ha)		Luas Pemukiman (Ha)		Persentase pemukiman dalam sempadan (%)	
	5 m	50 m	5 m	50 m	5 m	50 m
Dukun	45,08	85,84	0	0	0	0
Srumbung	91,21	193,79	0,18	4,42	3,4	14,7
Salam	45,09	114,88	3,77	18,58	68,7	61,9
Ngluwar	5,56	21,12	1,54	7,01	27,9	23,4
Total	186,94	415,63	5,49	30,01	100	100

Dari Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa persentase terbesar penggunaan lahan yang masuk ke dalam sempadan baik sempadan dengan jarak 5 meter maupun sempadan dengan jarak 50 meter adalah sawah yang berturut-turut memiliki persentase 33,9 % dan 34,2 %. Setelah mengetahui persentase tata guna lahan yang masuk ke dalam daerah sempadan Kali Putih, analisis juga dilakukan untuk mengetahui persentase penggunaan lahan berupa pemukiman yang masuk ke dalam daerah sempadan Kali Putih. Hasilnya seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.5 dimana didapatkan hasil bahwa daerah yang penggunaan lahan sempadan sungainya memiliki persentase terbesar berupa pemukiman adalah Kecamatan salam dengan total pemukiman yang masuk sebesar 3,77 Ha pada sempadan dengan jarak 5 m dan sebesar 18,58 Ha pada sempadan sungai dengan jarak 50 m. Hasil ini kemudian dijabarkan kembali dalam bentuk luas wilayah dan pemukiman dalam bentuk desa seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.6 untuk mengetahui desa mana yang memiliki persentase pemukiman terbesar dalam sempadan.

Tabel 4.6 Persentase pemukiman dalam desa yang masuk sempadan Kali Putih

Desa	Luas Wilayah dalam sempadan (Ha)		Luas Pemukiman (Ha)		Persentase pemukiman dalam sempadan (%)	
	5 m	50 m	5 m	50 m	5 m	50 m
Blongkeng	3,97	14,39	1,38	4,85	25,1	16,1
Plosogede	1,59	6,73	0,16	2,16	2,9	7,2
Gulon	1,4	4,36	0	0	0	0
Jumoyo	30,39	66,78	2,1	10	38,2	33,3
Sirahan	7,41	26,83	1,06	5,52	19,3	18,4
Seloboro	5,88	16,91	0,61	3,06	11,2	10,2
Mranggen	15,18	36,68	0,13	2,72	2,3	9,1
Ngablak	23,81	55,17	0	0	0	0
Ngargosoko	36,07	63,35	0	0	0	0
Bringin	0	0	0	0	0	0
Srumbung	15,68	37,45	0,05	1,7	1	5,7
Tegalrandu	0,48	1,14	0	0	0	0
Kemiren	0	0	0	0	0	0
Polengan	0	0	0	0	0	0
Ngargomulyo	45,08	85,84	0	0	0	0
Total	186,94	415,63	5,49	30,01	100	100

Tabel 4.6 menjelaskan bahwa Desa Jumoyo yang berada di kecamatan Salam adalah desa dengan luas pemukiman terbesar yang masuk ke dalam sempadan Kali Putih dengan 2,1 Ha yang masuk ke dalam sempadan dengan jarak 5 m dan 10 Ha yang masuk ke dalam sempadan dengan jarak 50 m. Setelah didapatkan luas

wilayah per kecamatan maupun desa yang masuk ke dalam sempadan sungai, dapat dianalisis prakiraan jumlah penduduk yang ada di daerah dalam sempadan Kali Putih yang kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel pada Tabel 4.7. Prakiraan jumlah penduduk dianalisis berdasarkan parameter desa seperti pada Tabel 4.5 yang kemudian dapat diketahui bahwa prakiraan jumlah penduduk terbesar yang masuk ke dalam sempadan Kali Putih berada di Desa Jumoyo dengan 656 jiwa dan 1465 jiwa untuk masing-masing daerah sempadan.

Tabel 4.7 Prakiraan jumlah penduduk dalam sempadan Kali Putih

Kecamatan	Luas Wilayah dalam sempadan (Km ²)		Kepadatan penduduk (jiwa/ km ²)	Prakiraan Jumlah Penduduk (Jiwa)	
	5 m	50 m		5 m	50 m
Blongkeng	0,04	0,14	1466	59	205
Plosogede	0,02	0,07	1440	29	101
Gulon	0,01	0,04	1818	18	73
Jumoyo	0,3	0,67	2186	656	1465
Sirahan	0,07	0,27	1264	88	341
Seloboro	0,06	0,17	1596	96	271
Mranggen	0,15	0,37	1068	160	395
Ngablak	0,24	0,55	675	162	371
Ngargosoko	0,36	0,63	559	201	352
Bringin	0	0	1340	0	0
Srumbung	0,16	0,37	1399	224	518
Tegalrandu	0	0,01	775	0	8
Kemiren	0	0	194	0	0
Polengan	0	0	1319	0	0
Ngargomulyo	0,45	0,86	262	118	225
Total	1,86	4,15		1811	4325

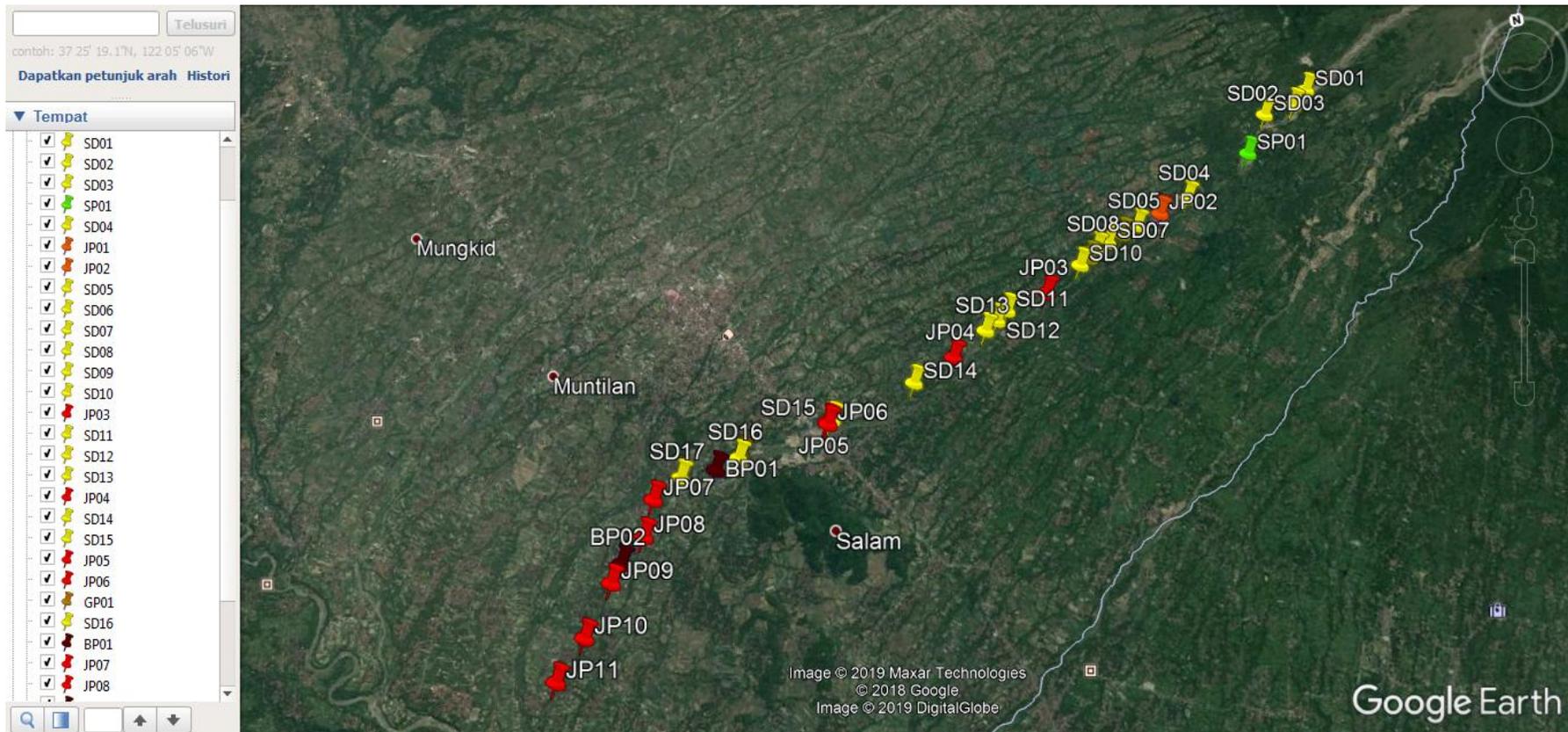
4.5 Kondisi Infrastruktur Kali Putih

4.5.1 Umum

Pasca erupsi Merapi 2010, terdapat sejumlah kerusakan yang telah terjadi baik pada bagian infrastruktur yang berada di Kali Putih maupun di daerah sekitar Kali Putih dalam hal ini adalah bangunan tempat tinggal atau pemukiman yang berada di sekitar Kali Putih. Dari Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 dapat dilihat persebaran kerusakan yang terjadi di sekitar Kali Putih dimana tingkat bahaya yang cukup tinggi terdampak banjir lahar dingin mengelompok di bagian hilir, bahaya sedang terdapat di bagian tengah, dan bahaya rendah terdapat di bagian hulu. Persebaran kerusakan bangunan pemukiman dan lahan pertanian terjadi pada bagian hilir, sedangkan persebaran kerusakan pengendali sedimen terdapat di bagian hulu. Hal ini disebabkan oleh tidak baiknya pengaturan bangunan sabo yang ada di bagian

hulu yang menjadikan fungsi bangunan tidak maksimal sehingga bangunan yang ada di bagian tengah serta hilir terkena dampaknya. Selain itu, hal ini disebabkan juga oleh kemiringan sungai yang cukup besar pada bagian hulu sungai sehingga menjadikan aliran cukup cepat untuk mencapai bagian tengah dan hilir sungai yang menyebabkan sungai meluap mencapai pemukiman warga.

Peninjauan kondisi infrastruktur dilakukan menggunakan dua metode yaitu metode survei lapangan dan pengumpulan data sekunder yang berfungsi sebagai sumber data yang nantinya dijadikan sebagai acuan dalam evaluasi kondisi infrastruktur Kali Putih. Berdasarkan hasil survei lapangan yang telah dilakukan, didapatkan beberapa infrastruktur yang berada di Kali Putih yaitu bendung, jembatan, *ground sill*, *sabo dam*, dan juga *sand pocket*. Hasil dari kondisi infrastruktur sungai disajikan dalam bentuk tabel disertai gambar citra satelit lokasi tinjauan seperti Gambar 4.35 dan beberapa foto hasil survei lapangan pada beberapa lokasi tinjauan yang kemudian akan dijelaskan kembali pada lampiran nantinya. Data-data hasil survei dibuat dalam peta baku dan datanya disajikan dalam rangkuman yang disajikan dalam Tabel 4.8, Tabel 4.9, Tabel 4.10, Tabel 4.11, dan Tabel 4.12.



Gambar 4.35 Lokasi tinjauan survei infrastruktur Kali Putih (*Google Earth, 2019*)

Tabel 4.8 Hasil survei bendung Kali Putih

Nama Kode Infrastruktur	Lebar Sungai (m)	Tinggi Muka Air Saat Survei (m)	Kedalaman Sungai (m)	Kondisi saat erupsi Merapi 2010	Material Dasar Sungai	Sempadan Sungai	Kondisi Bendung	Material Dinding Penahan Tanah	Potensi Gerusan	Koordinat	
										X(°)	Y(°)
BP01	35	1	5	Hancur	Pasir	Pemukiman	Baik	Batu Kali	Ada	110.28544	-7.60952
BP02	20	0.5	3	Meluap	Krikil	Pemukiman	Baik	Batu Kali	Tidak Ada	110.27092	-7.6196

Tabel 4.9 Hasil survei jembatan Kali Putih

Nama Kode Infrastruktur	Lebar Sungai (m)	Tinggi Muka Air Saat Survey (m)	Kedalaman Sungai (m)	Kondisi saat erupsi Merapi 2010	Material Dasar Sungai	Sempadan Sungai	Jenis Jembatan	Pilar Masuk Badan Sungai	Material Dinding Penahan Tanah	Potensi Gerusan	Koordinat	
											X(°)	Y(°)
JP01	60	0.5	8	Meluap	Krikil	Pemukiman	Baja	0	Beton	Tidak Ada	110.3544	-7.58443
JP02	60	0.7	8	Meluap	Krikil	Pemukiman	Beton	0	Beton	Tidak Ada	110.3542	-7.58442
JP03	20	0,4	5,3	Tidak Meluap	Krikil	Pemukiman	Baja	0	Bronjong	Ada	110.3356	-7.59323
JP04	20	0,2	5	Tidak Meluap	Krikil	Pemukiman	Baja	0	Beton	Tidak Ada	110.3205	-7.60001
JP05	60	0,3	5,3	Tidak Dilewati	Krikil	Pemukiman	Baja	0	Beton	Tidak Ada	110.3017	-7.60549

Tabel 4.9 Hasil survei jembatan Kali Putih (Lanjutan)

Nama Kode Insfrastruktur	Lebar Sungai (m)	Tinggi Muka Air Saat Survey (m)	Kedalaman Sungai (m)	Kondisi saat erupsi Merapi 2010	Material Dasar Sungai	Sempadan Sungai	Jenis Jembatan	Pilar Masuk Badan Sungai	Material Dinding Penahan Tanah	Potensi Gerusan	Koordinat	
											X(°)	Y(°)
JP06	60	0,3	5,3	Tidak Dilewati	Krikil	Pemukiman	Baja	0	Beton	Tidak Ada	110.3014	-7.60569
JP07	25	0.27	4	Meluap	Krikil	Pemukiman	Beton	2	Bronjong	Ada	110.3966	-7.61196
JP08	20	0,3	5	Meluap	Krikil	Pemukiman	Baja	0	Bronjong	Ada	110.2745	-7.61675
JP09	7,75	0,5	7	Tidak Meluap	Krikil	Pemukiman	Beton	0	Bronjong	Ada	110.2693	-7.62195
JP10	7	0,7	10	Tidak Meluap	Krikil	Pemukiman	Beton	0	Tidak ada	Ada	110.2649	-7.62838
JP11	25	1	15	Tidak Meluap	Krikil	Pemukiman	Beton	1	Bronjong	Ada	110.2607	-7.63324

Tabel 4.10 Hasil survei *groundsill* Kali Putih

Nama Kode Insfrastruktur	Lebar Sungai (m)	Tinggi Muka Air Saat Survei (m)	Kedalaman Sungai (m)	Kondisi saat erupsi Merapi 2010	Material Dasar Sungai	Sempadan Sungai	Kondisi <i>Groundsill</i>	Material Dinding Penahan Tanah	Potensi Gerusan	Koordinat	
										X(°)	Y(°)
GP01	38	0,75	5	Tidak Meluap	Krikil	Lahan Kosong	Baik	Beton	Tidak Ada	110.28891	-7.60773

Tabel 4.11 Hasil survei *sabo dam* Kali Putih

Nama Kode Infrastruktur	Lebar Sungai (m)	Tinggi Muka Air Saat Survei (m)	Kedalaman Sungai (m)	Kondisi saat erupsi Merapi 2010	Material Dasar Sungai	Sempadan Sungai	Bentang <i>sabo</i> (m)	Material Dinding Penahan Tanah	Potensi Gerusan	Koordinat	
										X(°)	Y(°)
SD01	80	0	5	Meluap	Krikil	Lahan Kosong	85	Tidak ada	Ada	110.38017	-7.57035
SD02	80	1,5	4	Meluap	Batu	Lahan Kosong	100	Tidak ada	Ada	110.37774	-7.57169
SD03	60	0,15	3,5	Tidak Meluap	Pasir	Lahan Kosong	60	Beton	Tidak Ada	110.37345	7.57246
SD04	60	1	5	Meluap	Krikil	Lahan Kosong	80	Beton	Tidak Ada	110.35876	-7.58293
SD05	60	0,2	2	Meluap	Krikil	Lahan Pertanian	60	Bronjong	Ada	110.35065	-7.58624
SD06	70	0,1	7	Meluap	Krikil	Lahan Kosong	80	Batu Kali	Tidak Ada	110.34795	-7.58703
SD07	85	0,3	6	Meluap	Krikil	Pemukiman	85	Bronjong	Tidak Ada	110.34562	-7.58788
SD08	100	0,25	6	Meluap	Krikil	Lahan Kosong	100	Batu Kali	Ada	110.34393	-7.5882
SD09	100	0,25	5	Meluap	Krikil	Lahan Kosong	100	Batu Kali	Ada	110.34273	-7.5894
SD10	70	0,5	5	Meluap	Batu	Lahan Kosong	80	Beton	Ada	110.34132	-7.59043
SD11	66	0,5	3	Meluap	Krikil	Lahan Kosong	80	Bronjong	Ada	110.3296	-7.59513

Tabel 4.11 Hasil survei *sabo dam* dan *sand pocket* Kali Putih (Lanjutan)

Nama Kode Infrastruktur	Lebar Sungai (m)	Tinggi Muka Air Saat Survei (m)	Kedalaman Sungai (m)	Kondisi saat erupsi Merapi 2010	Material Dasar Sungai	Sempadan Sungai	Bentang <i>sabo</i> (m)	Material Dinding Penahan Tanah	Potensi Gerusan	Koordinat	
										X(°)	Y(°)
SD12	60	1,1	4,5	Tidak Meluap	Krikil	Lahan Kosong	88	Beton	Ada	110.32744	-7.59573
SD13	60	0,9	6	Tidak Meluap	Krikil	Lahan Kosong	85	Tidak ada	Ada	110.32545	-7.59709
SD14	40	1	4	Tidak Meluap	Batu	Lahan Pertanian	70	Beton	Ada	110.31446	-7.60285
SD15	60	0,4	4,8	Tidak Dilewati	Krikil	Pemukiman	70	Beton	Tidak Ada	110.30196	-7.60528
SD16	38	0,2	7	Tidak Meluap	Pasir	Lahan Kosong	45	Beton	Tidak Ada	110.28874	-7.60844
SD17	19	0,35	5	Tidak Meluap	Batu	Lahan Kosong	25	Bronjong	Ada	110.28043	-7.60969

Tabel 4.12 Hasil survei *sand pocket* Kali Putih

Nama Kode Infrastruktur	Lebar Sungai (m)	Tinggi Muka Air Saat Survei (m)	Kedalaman Sungai (m)	Kondisi saat erupsi Merapi 2010	Material Dasar Sungai	Sempadan Sungai	Bentang <i>sabo</i> (m)	Material Dinding Penahan Tanah	Potensi Gerusan	Koordinat	
										X(°)	Y(°)
SP01	150	0	7	Meluap	Krikil	Lahan Kosong	220	Beton	Tidak Ada	110.36938	-7.57773

4.5.2 Bendung

Pada Tabel 4.8 telah dijelaskan bahwa ada dua bendung yang terdapat di Kali Putih yang memiliki kode BP01 yang akan dijelaskan pada laporan ini dan BP02 yang akan ditampilkan pada lampiran. BP01 merupakan Bendung Krapyak yang terletak di Dusun Krapyak, Desa Seloboro, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang. Bendung Krapyak merupakan salah satu bendung yang terkena dampak dari banjir lahar dingin tahun 2010 silam. Bendung ini memiliki fungsi untuk irigasi dan dibangun dengan tujuan untuk mengairi sawah seluas ± 73 hektar di Desa Seloboro dan sekitarnya. Bendung mengalami kerusakan struktur dimana *main dam* jebol dan terdapat tumpukan agregat batuan dengan diameter $\pm 1-2$ meter pada tubuh bendung. Tidak hanya bangunan utama yang mengalami kerusakan, bahkan sayap bendung juga ikut mengalami kerusakan (Sukmawan dkk, 2016).

Hasil dari survei yang telah dilakukan terlihat pada Gambar 4.36 bahwa bendung ini telah di rehabilitasi sehingga kondisi bendung saat ini cukup baik dan tidak ditemukan kerusakan yang berarti pada komponen bendung ini. Pada bagian hulu bendung masih terdapat sedimen berupa pasir dan tumbuhan yang dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.36 Bendung Krapyak



Gambar 4.37 Sedimentasi pada hulu bendung

4.5.3 Jembatan

Jembatan yang berada pada Kali Putih memiliki dua jenis yaitu jembatan dengan rangka baja dan jembatan yang terbuat dari beton. Dalam laporan kali ini akan diberikan satu contoh pembahasan pada setiap jenis jembatan dan lebih detailnya untuk jembatan lain dapat dilihat pada lampiran. Sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.9, terdapat 11 jembatan yang terbagi menjadi 6 jembatan dengan rangka baja dan 5 jembatan yang terbuat dari beton.

Jembatan rangka baja pada umumnya memiliki kondisi yang cukup baik, namun terdapat beberapa kerusakan ringan yang tidak memengaruhi kinerja jembatan secara fungsinya. Salah satu jembatan dengan rangka baja yang cukup vital dalam penggunaannya adalah jembatan yang terletak pada jalan nasional yaitu Jalan Magelang yang menghubungkan antar provinsi.



Gambar 4.38 Jembatan rangka baja Jalan Magelang



Gambar 4.39 Dinding penahan tanah pada jembatan di Jalan Magelang

Gambar 4.38 menampilkan jembatan dengan rangka baja yang terletak di Jalan Magelang dimana jembatan tidak memiliki pilar dan posisi abutment nya berada di luar badan sungai. Jembatan ini memiliki dinding penahan tanah yang terbuat dari beton seperti pada Gambar 4.39 dan memiliki sempadan sungai berupa pemukiman atau lebih tepatnya lagi restaurant seperti pada Gambar 4.40. Material dasar sungainya didominasi oleh kerikil dan terdapat sedimentasi berupa batu, pasir, dan krikil yang dapat dilihat pada Gambar 4.41.



Gambar 4.40 Sempadan sungai berupa restoran



Gambar 4.41 Sedimentasi berupa batu, krikil, dan pasir

Jembatan yang terbuat dari beton secara umum memiliki kondisi yang cukup baik. Terdapat beberapa kerusakan yang pada umumnya terjadi pada dinding penahan tanah yang berada di sekitar jembatan. Berdasarkan keterangan warga sekitar terdapat satu jembatan yang mengalami kerusakan cukup berat setelah diterjang banjir lahar dingin pada tahun 2010. Jembatan ini terletak di Jl. Wirodigdo, Desa Sirahan, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang. Jembatan ini sekarang telah diperbaiki dan kondisinya cukup baik.



Gambar 4.42 Jembatan beton di daerah Desa Sirahan

Gambar 4.42 merupakan salah satu jembatan di Jl. Wirodigdo, Desa Sirahan, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang yang terdampak banjir ahar dingin. Menurut keterangan warga, jembatan ini dulunya memiliki ketinggian hanya sampai yang ditunjukkan oleh panah merah dan kemudian dilakukan rehabilitasi dan ditinggikan setelah jembatan mengalami kerusakan dampak dari banjir lahar dingin. Jembatan ini memiliki 2 pilar yang masuk ke dalam badan sungai dengan material dasar sungai didominasi oleh krikil serta ditambah oleh sedimen seperti pada Gambar 4.43.



Gambar 4.43 Dasar sungai dan sedimentasi

Jembatan ini memiliki sempadan sungai berupa pemukiman seperti pada Gambar 4.44 dan dinding penahan tanah berupa bronjong yang mengalami sedikit kerusakan seperti pada Gambar 4.45.



Gambar 4.44 Sempadan sungai pada titik jembatan beton di daerah Sirahan



Gambar 4.45 Bronjong yang mengalami sedikit kerusakan

4.5.4 *Groundsill*

Groundsill yang ada pada hasil survei lapangan berjumlah 1 yang terletak di Nabin Wetan, Desa Gulon, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang. *Groundsill* ini dibangun tidak berjauhan dari salah satu sabo dam yang juga terletak di daerah yang sama. *Groundsill* seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.46 memiliki material dasar sungai didominasi krikil dan memiliki sedimen berupa pasir dan tumbuhan seperti pada Gambar 4.47.



Gambar 4.46 *Groundsill* di daerah Kecamatan Salam



Gambar 4.47 Sedimentasi pada *groundsill*

Groundsill ini memiliki dinding penahan tanah yang terbuat dari beton dengan kondisi yang cukup baik seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.48 dan memiliki sempadan yang berupa lahan kosong seperti ditampilkan pada Gambar 4.49.



Gambar 4.48 Dinding penahan tanah *groundsill*



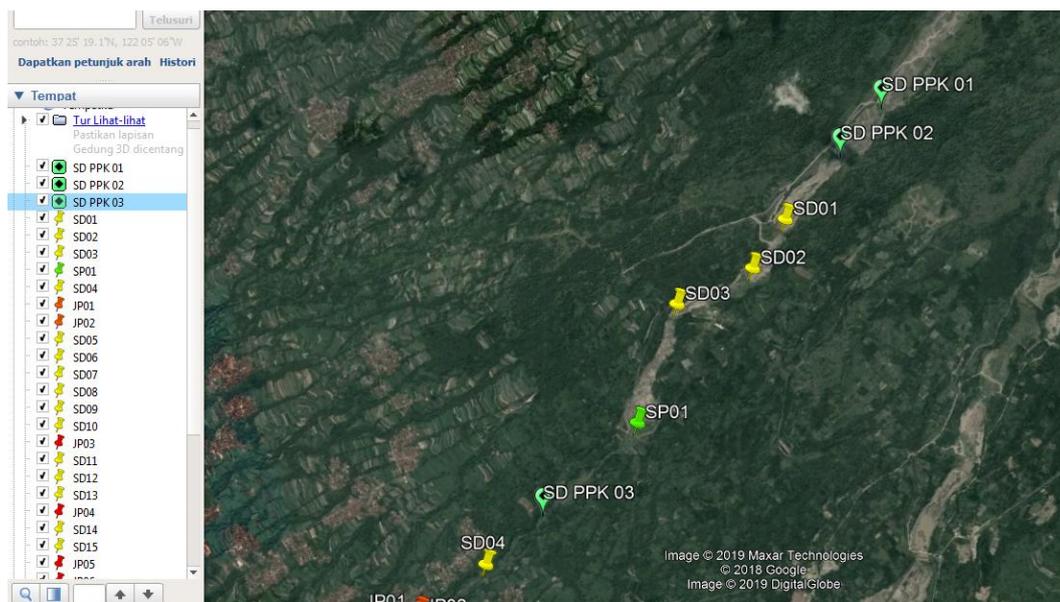
Gambar 4.49 Sempadan sungai pada lokasi *groundsill*

4.5.5 Sabo Dam dan Check Dam

Hasil survei seperti yang telah tertera pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa terdapat 17 *sabo dam* baik yang berupa *check dam* ataupun *consolidaton dam*. Akan tetapi pada kenyataannya masih ada tiga sabo dam lagi yang ada pada Kali Putih, tiga sabo dam ini tidak dilakukan survei lapangan karena akses yang cukup sulit untuk menggapai bangunan *sabo* sehingga diberikan gambaran umum dari bangunan *sabo dam* berdasarkan data yang didapat dari PPK PL Gunung Merapi yang kemudian akan ditampilkan pada Tabel 4.13 dan kemudian ditampilkan dalam bentuk lokasi pada Gambar 4.50.

Tabel 4.13 *Sabo dam* yang tidak disurvei (PPK PL Gunung Merapi, 2016)

Kode Infrastruktur	Bentang <i>Sabo Dam</i> (m)	Tinggi <i>Sabo Dam</i> (m)	Kondisi <i>Sabo Dam</i>	Koordinat	
				x (°)	y (°)
SD PPK 01	83	10	Baik	110,387473	-7,565272
SD PPK 02	164	14	Baik	110,384515	-7,56724
SD PPK 03	87	11	Baik	110,36308	-7,58087



Gambar 4.50 Lokasi *sabo dam* yang tidak disurvei (Google Earth, 2019)

Berdasarkan data dari BBWS Serayu-Opak Yogyakarta pada tahun 2011, terdapat 19 bangunan sabo yang mengalami kerusakan dengan jenis kerusakan seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.14. Setelah dilakukan survei, secara umum kondisi sabo dam masih cukup baik serta berfungsi dengan baik pula dan tidak mengalami kerusakan yang cukup berarti.

Tabel 4.14 Kondisi kerusakan bangunan sabo tahun 2011 (Puspitosari dan Sumaryono; BBWS, 2011)

Nama Sungai	Kabupaten	Rusak Ringan	Rusak Sedang	Rusak Berat	Jumlah
Pabelan	Magelang	-	6	8	14
Senowo	Magelang	2	3	2	7
Trising	Magelang	-	3	3	6
Apu	Magelang	-	1	3	4
Lamat	Magelang	-	3	1	4
Putih	Magelang	2	11	6	19
Batang	Magelang	1	-	-	1
Bebeng	Magelang	3	3	1	7
Krasak	Sleman	-	3	-	3
Boyong	Sleman	-	2	1	3
Kuning	Sleman	-	5	-	5
Woro	Klaten	1	2	1	4
Jumlah		9	42	26	77

Bangunan Sabo yang ada di Kali Putih dibagi menjadi dua kategori yaitu *consolidation dam* dan *check dam*. Salah satu *consolidation dam* yang ada di Kali Putih adalah bangunan *sabo* dengan kode SD02 yang berada pada hulu sungai. Adapun penampakan bangunan dapat dilihat pada Gambar 4.51. Bangunan ini

memiliki sempadan sungai berupa lahan kosong seperti pada Gambar 4.52, tidak memiliki dinding penahan tanah, dan memiliki mata air pada bagian hulu sungainya dengan material dasar didominasi dengan batu seperti pada Gambar 4.53.



Gambar 4.51 *Sabo dam* dengan kategori *consolidation dam*



Gambar 4.52 Sempadan sungai pada lokasi *sabo dam*



Gambar 4.53 Mata air

Sabo dam dengan jenis *check dam* dapat dilihat pada bangunan *sabo* dengan kode infrastruktur SD13 yang dapat dilihat penampakan bangunannya pada Gambar 4.54. Bangunan ini memiliki dinding penahan tanah berupa beton yang dapat dilihat pada Gambar 4.55 dan sedimen berupa kerikil dan batu yang dapat dilihat pada Gambar 4.56. Pada lokasi bangunan *sabo* ini, sempadan sungai didapat berupa lahan kosong yang dapat dilihat pada Gambar 4.57. Secara umum bangunan ini memiliki kondisi yang cukup baik.



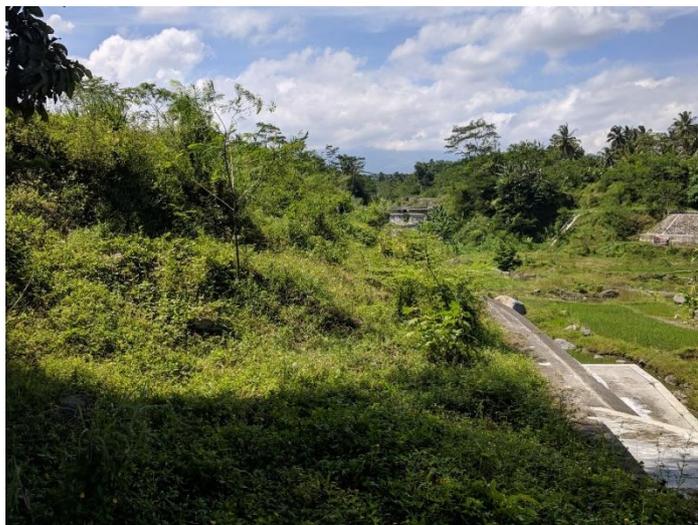
Gambar 4.54 *Sabo dam* dengan kategori *check dam*



Gambar 4.55 Dinding penahan tanah pada lokasi *check dam*



Gambar 4.56 Sedmien berupa batu dan kerikil



Gambar 4.57 Sempadan sungai pada lokasi *check dam*

4.5.6 Kantung Pasir (*Sand Pocket*)

Bangunan kantung pasir ini merupakan salah satu bangunan yang ada di Kali Putih yang memiliki kategori *check dam*. Bangunan ini hanya berjumlah satu yang terletak di bagian hulu Kali Putih atau lebih tepatnya terletak di Desa Ngargosoko, Kecamatan Srumbung, Kabupaten Magelang. Adapun penampakan kantung pasir ini dapat dilihat pada Gambar 4.60. Bangunan ini memiliki dinding penahan tanah yang terbuat dari pasangan batu kali pada dasarnya dan beton pada bagian atasnya yang dapat dilihat pada Gambar 4.61.



Gambar 4.58 Bangunan kantung pasir



Gambar 4.59 Dinding penahan tanah di lokasi bangunan kantung pasir

Bangunan kantung pasir ini tentunya dipenuhi dengan sedimen berupa batu, krikil, dan juga pasir yang dapat dilihat pada Gambar 4.62. Sempadan sungai di daerah sekitar bangunan kantung pasir merupakan lahan kosong yang dapat dilihat pada Gambar 4.63.



Gambar 4.60 Sedimentasi berupa batu, krikil, dan pasir



Gambar 4.61 Sempadan sungai di lokasi bangunan kantung pasir