

**EVALUASI KEAMANAN PERLINTASAN KERETA API TERHADAP BANJIR
PADA DAS SANGKARA DI KAB. MAROS DAN KAB. PANGKEP**

Hasdaryatmin Djufri¹

¹ *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang*
Email: djufri81@poliupg.ac.id

Abstrak

Pembangunan jalur kereta api trans Makassar-Pare-Pare merupakan proyek strategis nasional yang diharapkan dapat mempercepat roda perekonomian di lokasi proyek. Pada DAS Sangkara di Kabupaten Maros dan Kabupaten Pangkep terdapat 6 perlintasan kereta api yaitu pada Sungai Malengleng, Sungai Banggae, Sungai Kalibone, Sungai Bontoa 1, Sungai Bontoa 2 dan Sungai Pute.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keamanan jembatan perlintasan kereta api terhadap debit banjir yang mengacu pada persyaratan teknis jalur kereta api.

Berdasarkan analisis data curah hujan maksimum pada DAS Sangkara dengan tangkapan sebesar 352 km² memberikan kontribusi debit banjir untuk kala ulang 50 tahun sebesar 774.201 m³/det yang diperoleh dengan metode HSS Nakayasu. Hasil analisis hidrolis dengan bantuan aplikasi Hecras 5.0.7. menunjukkan keamanan elevasi jembatan perlintasan kereta api terhadap luapan banjir Q_{50} th. dengan clearance terendah pada jembatan Bontoa 1 yaitu sebesar 1.117 atau > 1,0 m.

Kata kunci: *Banjir, DAS Sangkara, Perlintasan Kereta Api*

Abstract

The construction of the trans Makassar - Pare-Pare railway line is a national strategic project that is expected to accelerate the economy at the project site. The Sangkara watershed in Maros and Pangkep Regency there are 6 railroad crossings, namely the Malengleng River, Banggae River, Kalibone River, Bontoa 1 River, Bontoa 2 River and Pute River.

The purpose of this study is to evaluate the safety of railroad crossings against flood discharge which refers to the technical requirements of the railroad.

Based on the analysis of the maximum rainfall data in the Sangkara watershed, the catchment of 352 km², contributed 774,201 m³/s of flood discharge for the 50-year return period obtained by the HSS Nakayasu method. The results of hydraulic analysis with the Hecras 5.0.7 application. shows the safety of the elevation of the railroad crossing to the flood outflow of Q_{50} years. with the lowest clearance on the Bontoa 1 bridge which is equal to 1.117 m

Keywords: *Railway Crossings, flood, Sangkara Watershed*

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) Sangkara merupakan salah satu DAS pada Wilayah Sungai (WS) Saddang di Provinsi Sulawesi Selatan dengan luas daerah tangkapan cukup besar, yaitu sekitar 352 km², dengan demikian berpotensi menimbulkan debit banjir yang cukup besar pula. DAS Sangkara

mengalir dari arah Timur ke Barat di wilayah Kab. Maros dan Kab. Pangkep, dan bermuara di Selat Makassar. (Sumber: Peta WS Saddang, Lampiran Keppres No. 12 tahun 2012 tentang penetapan Wilayah Sungai). Bagian hilir DAS Sangkara merupakan jalur utama sistem transportasi di Provinsi Sulawesi Selatan, dimana terdapat enam perlintasan kereta api pada sungai-

sungai dalam wilayah DAS Sangkara, yaitu: Jembatan kereta api Sungai Malengleg, Sungai Banggae, Sungai Kalibone, Sungai Bontoa 1, Sungai Bontoa 2 dan Sungai Pute. (sumber: PPK Pengembangan Perkeretaapian Maros - Pangkep).

Berdasarkan peraturan menteri perhubungan No. 28 Tahun 2011 tentang persyaratan teknis jalur kereta api, disampaikan bahwa untuk perencanaan jembatan di atas sungai harus memperhitungkan tinggi jagaan minimal 1,0 meter di bawah gelagar jembatan paling bawah terhadap muka air banjir rencana. Dalam pedoman perencanaan jembatan oleh Direktorat Jembatan Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR disampaikan bahwa penentuan muka air banjir rencana digunakan muka air banjir (MAB) untuk periode ulang 50 tahun (Q_{50} th.).

Pelaksanaan pembangunan jalur kereta api trans Makassar - Pare-Pare merupakan proyek strategis nasional (PSN) dimulai sejak tahun 2019 dan direncanakan rampung pada tahun 2021, yang diharapkan dapat mempercepat roda perekonomian di lokasi proyek. Untuk meningkatkan keamanan dan menghindari kegagalan konstruksi yang mungkin terjadi pada jalur kereta api yang telah dan akan dibangun, diperlukan kajian-kajian dan evaluasi yang terkait, salah satunya dalam hal ini adalah evaluasi terhadap keamanan banjir terhadap jembatan kereta api pada perlintasan-perlintasan sungai yang dilewatinya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi keamanan banjir terhadap jembatan perlintasan kereta api pada DAS Sangkara yang terdiri atas 6 titik pada sungai-sungai di Kab. Maros dan Kab. Pangkep.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini diperlukan kajian dan analisis hidrologi untuk memprediksi besarnya debit banjir rancangan yang melalui sungai, dan kajian serta analisis hidrolika sungai terkait kemampuan/kapasitas penampang sungai dalam melewati debit banjir yang direncanakan. Terdapat berbagai cara/metode dapat dipakai dalam menganalisis debit banjir, pemilihan metode didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan, antara lain: ketersediaan data, luas DAS, jenis kepentingan dan pengalaman-pengalaman, sedangkan untuk analisis kapasitas penampang sungai utamanya pada area jembatan perlintasan kereta api digunakan bantuan aplikasi Hec-Ras versi 5.0.7. Hasil kajian dan analisis akan memberikan gambaran mengenai elevasi muka air banjir rencana (MAB) yang selanjutnya dikaitkan dengan keamanan terhadap elevasi gelagar di bagian bawah jembatan perlintasan, sebagaimana dipersyaratkan mengenai ruang bebas (*clearance*) minimal 1,0 m untuk debit banjir rancangan 50 tahun.

Sumber Data

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu:

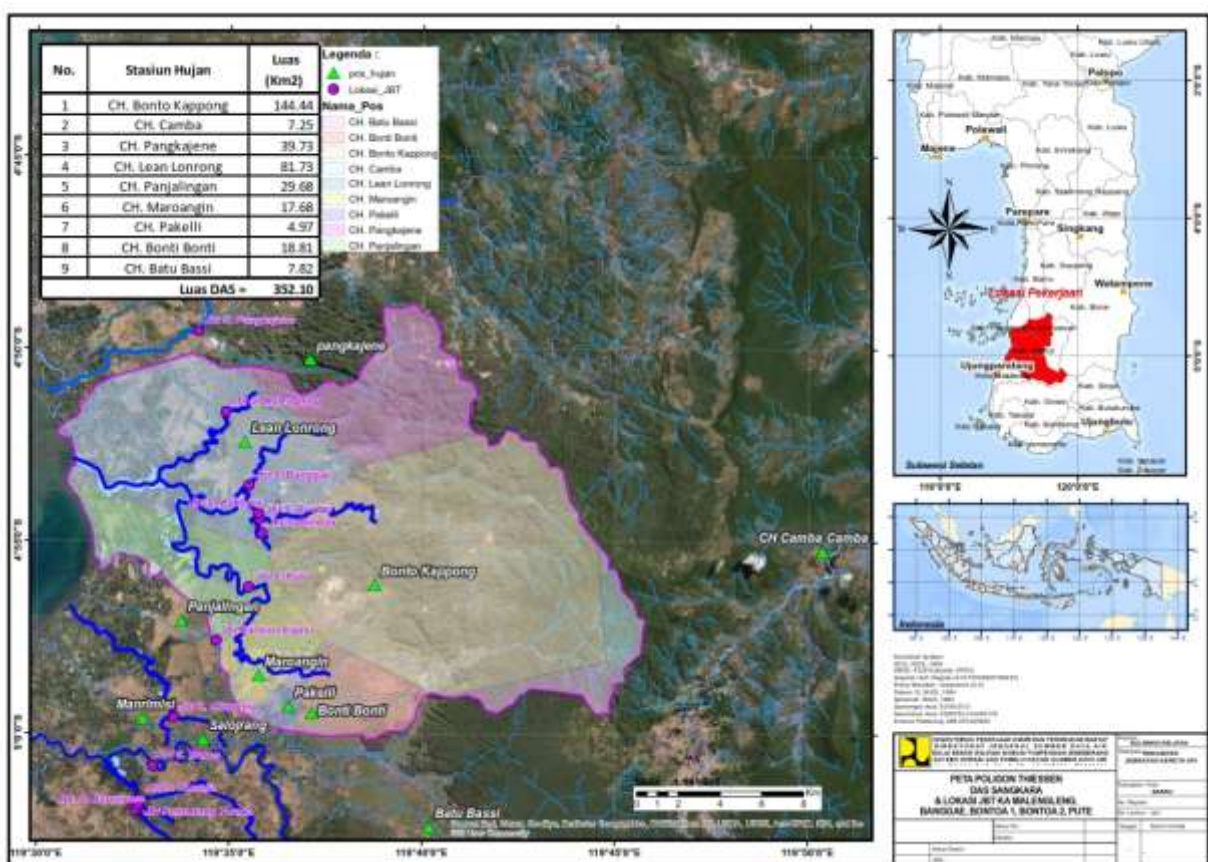
1. Data primer yaitu data hasil pengukuran topografi (*Cross section* dan *Long section*) pada beberapa titik di lokasi penelitian.
2. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi terkait, berupa peta-peta dan data curah hujan dari Unit Hidrologi BBWS Pompengan Jeneberang.
3. Lokasi dan gambar perencanaan perlintasan kereta api di DAS Sangkara dari PPK Pengembangan Perkeretaapian Maros - Pangkep

Prosedur Penelitian

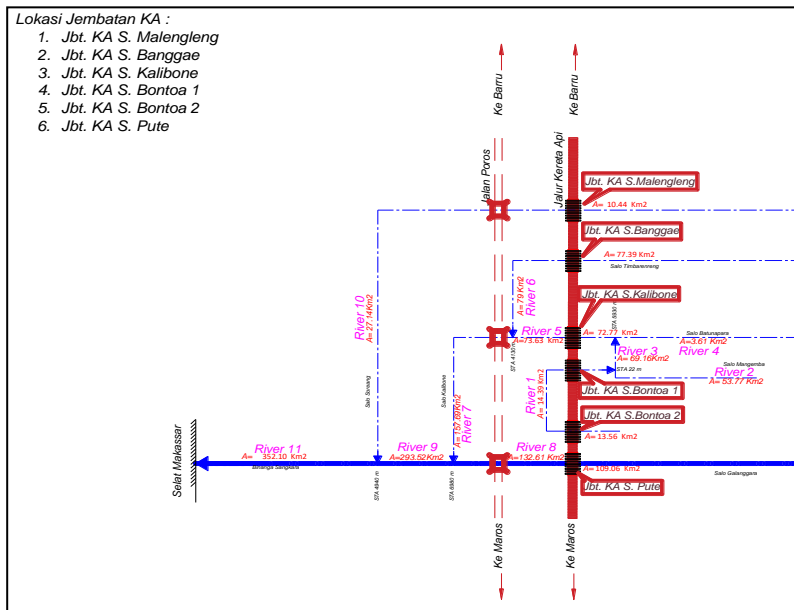
Langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Penetapan titik-titik lokasi perlintasan dalam peta DAS Sangkara
2. Melakukan pengukuran topografi sungai pada lokasi/titik perlintasan

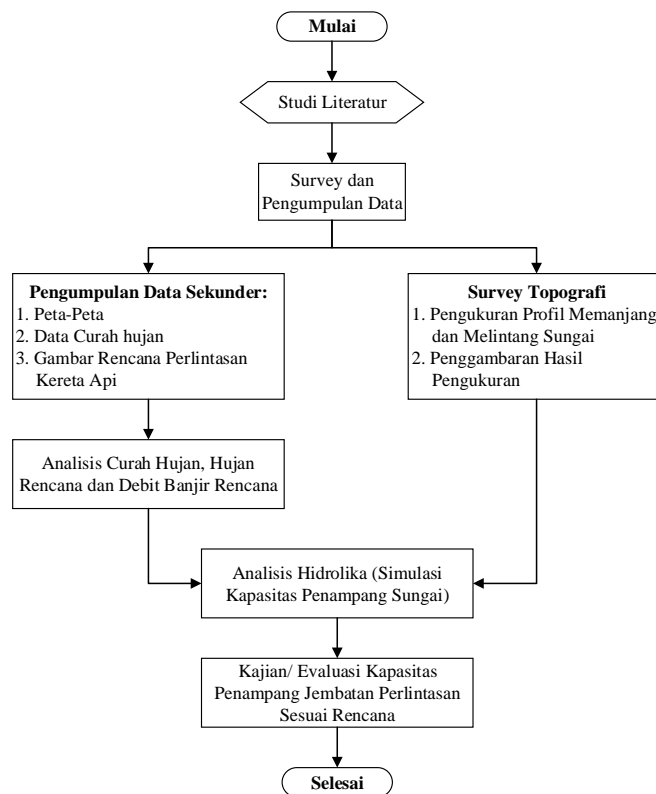
3. Penggambaran peta DAS, penentuan stasiun curah hujan yang berpengaruh pada DAS dan pembuatan Poligon Thiesen.
4. Analisis hidrologi, meliputi: analisis curah hujan, curah hujan rencana dan banjir rencana
5. Analisis hidrolika, yaitu analisis kapasitas sungai di lokasi perlintasan dengan bantuan aplikasi Hecras 5.0.7.
6. Kajian dan Pembahasan



Gambar 1. Gambar Peta DAS Sangkara, Stasiun Curah Hujan dan Poligon Thiesen



Gambar 2. Skema Jalur Kereta Api di DAS Sangkara



Gambar 3. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN
Analisis Curah Hujan dan Curah Hujan Rencana

Curah hujan daerah/DAS dianalisis dengan menggunakan metode Poligon Thiesen yang dibentuk berdasarkan posisi/letak dari masing-masing pos hujan yang berpengaruh, sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Besarnya curah hujan daerah dipengaruhi oleh nilai hujan dan besarnya pengaruh masing-masing stasiun terhadap DAS. Curah hujan daerah untuk DAS Sangkara disajikan pada Tabel 1.

Perhitungan curah hujan rencana ini diperlukan untuk memperkirakan besarnya hujan harian daerah maksimum yang mungkin terjadi. Perhitungan curah hujan rencana dilakukan untuk berbagai kala ulang yaitu: 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum tahunan daerah/DAS dianalisis sebelumnya. Dalam penelitian ini analisa curah hujan rencana menggunakan metode Gumbel Tipe I dan Log Pearson Tipe III, dengan hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Curah Hujan Daerah/DAS Sangkara

No.	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum									Maksimum DAS
		CH. Camba 0.0206	CH. Bonto Kappong 0.4102	CH. Batubassi 0.0222	CH. Panyalingan 0.0843	CH. Maroangin 0.0502	CH. Pakelli 0.0141	CH. Bonti-Bonti 0.0534	CH. Pangkajene 0.1128	CH. Lean Lonrong 0.2321	
1	1998	64	135	129	205	125	250	154	174	143	147.70
2	1999	90	173	161	210	150	75	177	140	169	167.17
3	2000	95	143	154	212	190	250	154	219	173	168.07
4	2001	98	150	136	121	400	300	150	168	141	160.79
5	2002	98	175	164	132	145	250	150	187	83	147.76
6	2003	75	110	184	142	105	200	207	157	175	140.21
7	2004	98	122	165	170	120	180	215	131	91	126.01
8	2005	97	170	158	203	200	183	156	170	120	160.35
9	2006	57	130	126	170	160	100	160	154	195	152.26
10	2007	78	160	123	206	150	192	147	221	151	165.42
11	2008	93	137	94	76	80	97	97	96	92	109.36
12	2009	63	90	302	105	170	147	141	170	172	131.02
13	2010	65	125	208	92	80	205	141	124	157	129.87
14	2011	207	180	277	270	268	290	268	171	238	213.42
15	2012	172	142	138	160	121	150	125	173	155	148.71
16	2013	109	92	158	200	117	192	142	187	197	143.35
17	2014	98	135	192	88	89	106	134	187	155	139.28
18	2015	75	132	138	198	144	250	250	167	171	158.10
19	2016	83	124	185	149	172	226	186	136	132	136.99
20	2017	148	198	208	213	145	500	105	93	198	183.25

Tabel 2. Curah Hujan Rencana untuk Berbagai Kala Ulang pada Sangkara

No.	Kala Ulang	Distribusi Gumbel Tipe I	Distribusi Log Pearson Tipe III
	(tahun)	(mm)	(mm)
1	2	148.119	149.026
2	5	172.174	169.067
3	10	188.100	181.222
4	20	203.376	193.192
5	25	208.222	195.679
6	50	223.150	205.926
7	100	237.968	215.815
8	1000	286.931	247.534

Curah hujan rencana untuk analisis debit banjir rencana/rancangan dipilih berdasarkan hasil uji *Chi Square* dan uji *Smirnov Kolomogorof*, namun bila kedua data hujan rencana tersebut memenuhi kriteria, maka selanjutnya digunakan curah hujan terbesar dari kedua metode tersebut.

Dalam penelitian ini untuk analisis debit banjir rencana digunakan curah hujan rencana dengan kala ulang

berdasarkan hasil hitungan metode Gumbel Tipe I.

Analisis Banjir Rencana

Perhitungan besaran nilai banjir rencana berdasarkan curah hujan rencana dengan berbagai kala ulang dilakukan menggunakan berbagai metode, tergantung pada kriteria setiap

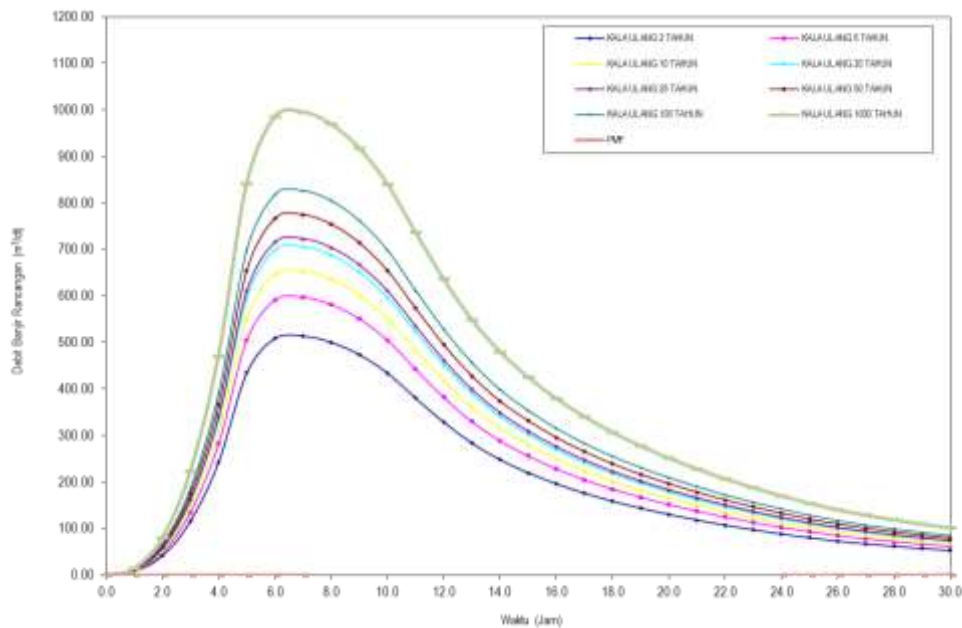
metode tersebut. Analisis banjir DAS Sangkara dengan luas tangkapan 352 km² digunakan metode non hidrograf dengan persamaan Haspers dan dibandingkan dengan metode hidrograf satuan sistetis (HSS) Nakayasu, hasil perhitungan disajikan pada tabel-tabel berikut.

Tabel 3. Perhitungan debit banjir Metode Haspers untuk DAS Sangkara.

n (Tahun)	Rn (mm)	t (jam)	r (mm)	α	β	qt (m ³ /d/km ²)	A (km ²)	Qn (m ³ /dt)
2	148.119	8.433	132.417	0.311	0.601	4.362	352.11	287.533
5	172.174	8.433	153.922	0.311	0.601	5.070	352.11	334.228
10	188.100	8.433	168.159	0.311	0.601	5.539	352.11	365.144
20	203.376	8.433	181.816	0.311	0.601	5.989	352.11	394.799
25	208.222	8.433	186.149	0.311	0.601	6.132	352.11	404.206
50	223.150	8.433	199.494	0.311	0.601	6.571	352.11	433.185
100	237.968	8.433	212.741	0.311	0.601	7.008	352.11	461.950
1000	286.931	8.433	256.513	0.311	0.601	8.449	352.11	556.998

Tabel 4. Rekapitulasi debit banjir Metode HSS Nakayasu untuk DAS Sangkara.

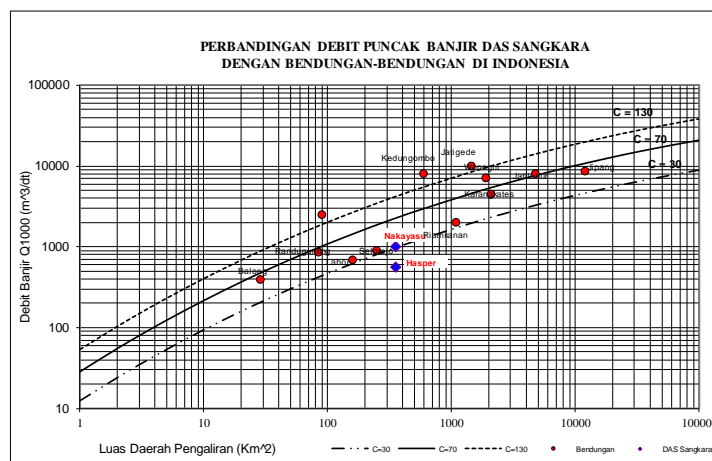
No.	t jam	Q (m ³ /detIK)							
		Tr = 2 Thn	Tr = 5 Thn	Tr = 10 Thn	Tr = 20 Thn	Tr = 25 Thn	Tr = 50 Thn	Tr = 100 Thn	Tr = 1000 Thn
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.00	7.4568	8.6678	9.4696	10.2387	10.4826	11.2342	11.9801	14.4451
3	2.00	41.2956	48.0020	52.4421	56.7013	58.0523	62.2143	66.3455	79.9963
4	3.00	115.7362	134.5316	146.9757	158.9124	162.6989	174.3633	185.9415	224.1997
5	4.00	243.0582	282.5303	308.6643	333.7327	341.6847	366.1811	390.4966	470.8427
6	5.00	434.4903	505.0506	551.7677	596.5799	610.7949	654.5846	698.0510	841.6775
7	6.00	508.7198	591.3349	646.0332	698.5012	715.1448	766.4156	817.3079	985.4720
8	7.00	513.8873	597.3415	652.5954	705.5964	722.4090	774.2006	825.6099	995.4821
9	8.00	500.5672	581.8583	635.6801	687.3072	703.6841	754.1333	804.2100	969.6791
10	9.00	473.8567	550.8100	601.7598	650.6321	666.1350	713.8922	761.2968	917.9364
11	10.00	434.3013	504.8309	551.5276	596.3203	610.5291	654.2998	697.7472	841.3112
12	11.00	380.5466	442.3466	483.2635	522.5121	534.9622	573.3153	611.3851	737.1798
13	12.00	328.6190	381.9860	417.3196	451.2125	461.9638	495.0833	527.9584	636.5877
14	13.00	283.7772	329.8620	360.3742	389.6422	398.9264	427.5266	455.9156	549.7219
15	14.00	248.0229	288.3014	314.9692	340.5496	348.6640	373.6608	398.4730	480.4602
16	15.00	219.8684	255.5746	279.2152	301.8918	309.0851	331.2443	353.2400	425.9204
17	16.00	196.1454	227.9990	249.0888	269.3187	275.7359	295.5042	315.1266	379.9650
18	17.00	175.9111	204.4787	223.3930	241.5360	247.2912	265.0202	282.6184	340.7681
19	18.00	158.5164	184.2592	201.3031	217.6521	222.8382	238.8141	254.6721	307.0718
20	19.00	143.4704	166.7697	182.1959	196.9930	201.6869	216.1464	230.4992	277.9252
21	20.00	130.1025	151.2308	165.2197	178.6381	182.8946	196.0068	209.0223	252.0293
22	21.00	117.9801	137.1398	149.8252	161.9934	165.8533	177.7438	189.5465	228.5464
23	22.00	106.9872	124.3617	135.8652	146.8995	150.3998	161.1824	171.8854	207.2514
24	23.00	97.0186	112.7743	123.2058	133.2121	136.3862	146.1641	155.8699	187.9406
QMAKSIMUM		513.8873	597.3415	652.5954	705.5964	722.4090	774.2006	825.6099	995.4821



Gambar 4. Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu DAS Sangkara

Untuk analisis hidrolika sungai, digunakan debit banjir rancangan hasil perhitungan metode HSS. Nakayasu dengan nilai debit yang lebih besar dibandingkan dengan metode Haspers, dan pemilihan ini juga berdasar pada pemilihan debit banjir menggunakan

grafik creager yang menggambarkan hubungan antara luas DAS dan debit banjir kala ulang 1.000 th., dengan pembanding adalah berbagai DAS di Indonesia, sebagaimana pada gambar berikut.

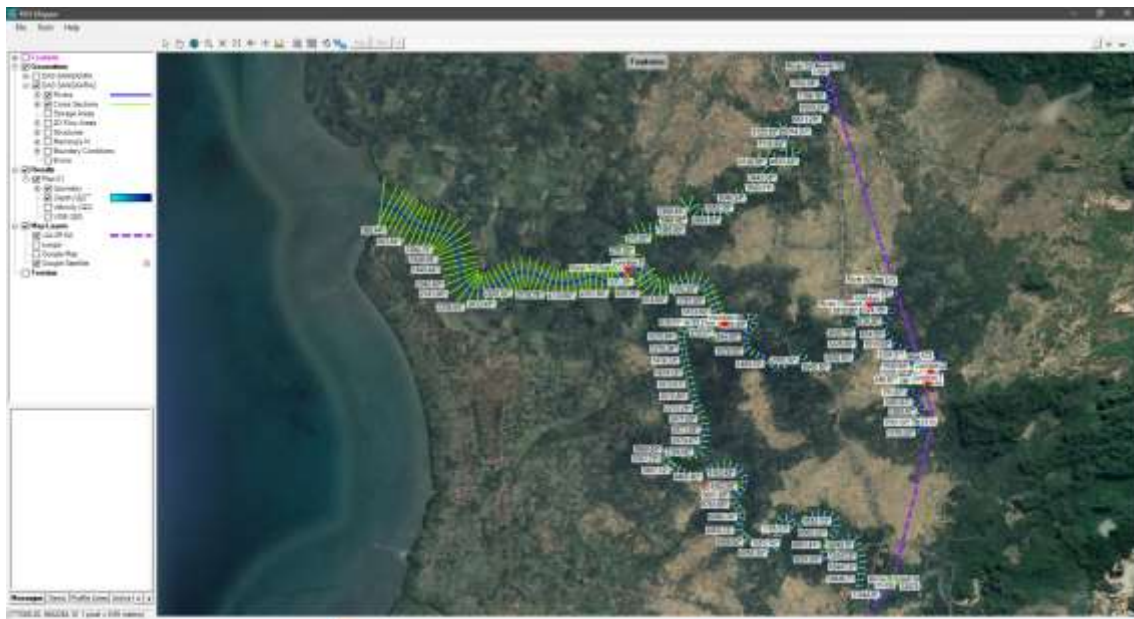


Gambar 5. Grafik Creager untuk Pemilihan Debit Banjir Rencana

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika yang dimaksud dalam hal ini adalah analisis pengaliran debit banjir rencana dengan berbagai kala ulang sebagaimana hasil

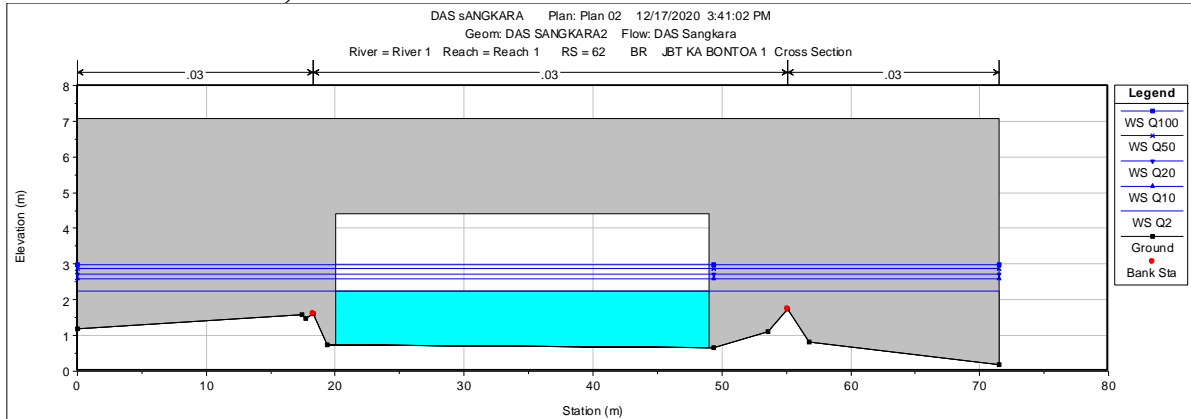
perhitungan sebelumnya dengan menggunakan bantuan aplikasi Hecras 5.0.7. Hasil simulasi pengaliran yang dilakukan sebagaimana disajikan pada tabel dan gambar berikut.



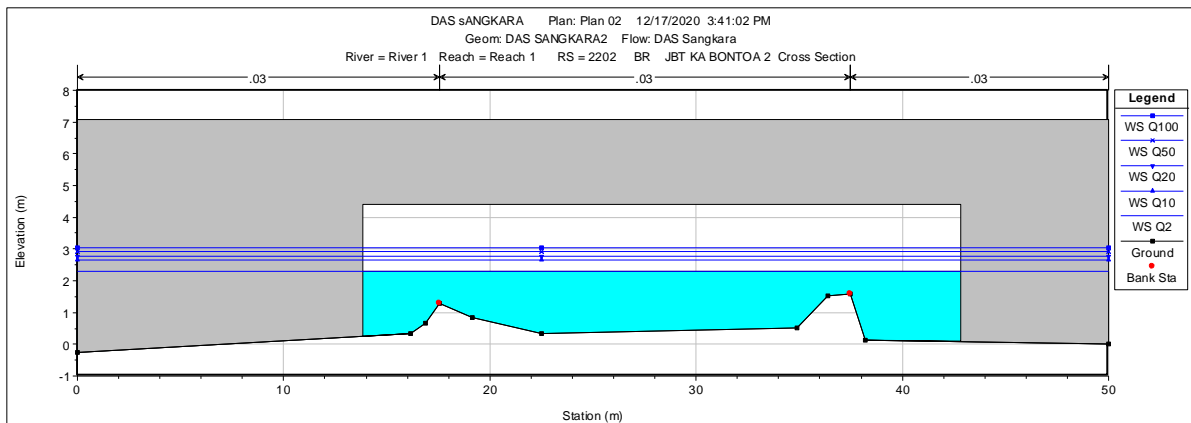
Gambar 6. Skematik pengaliran pada DAS Sangkara



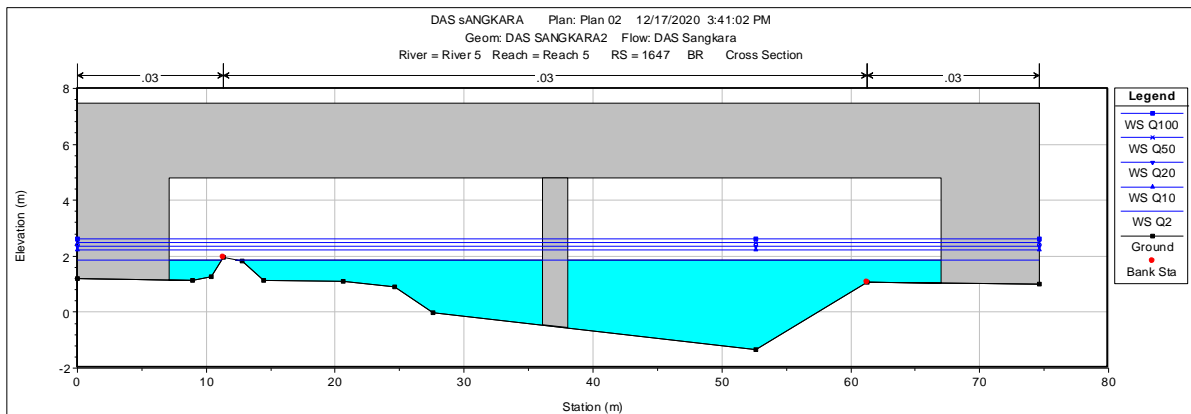
Gambar 7. Plan hasil simulasi banjir DAS Sangkara dan posisi jembatan perlintasan Kereta Api



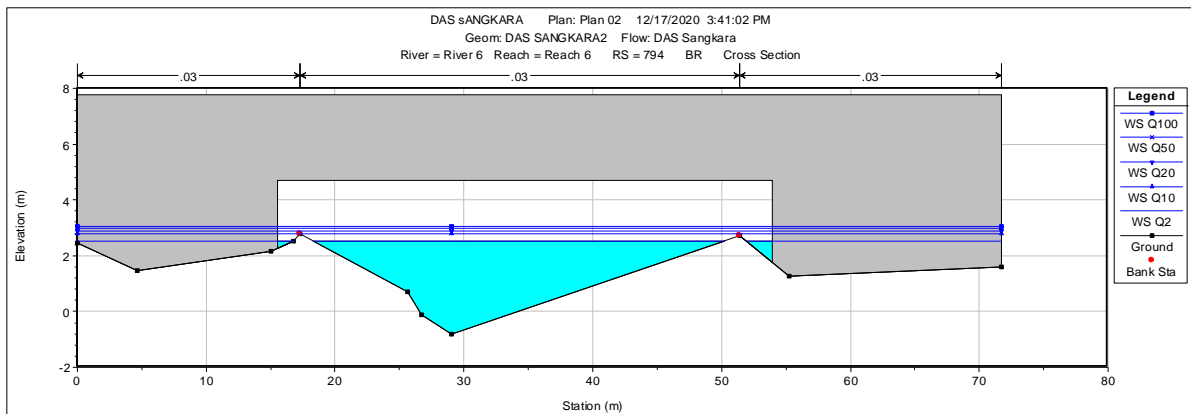
Gambar 8. Potongan melintang dan elevasi banjir pada jembatan Kereta Api Bontoa 1



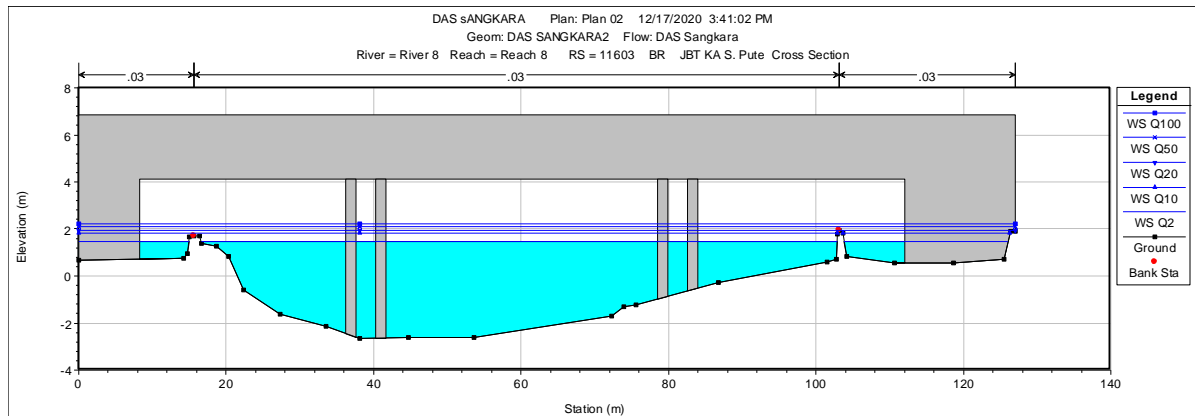
Gambar 9. Potongan melintang dan elevasi banjir pada jembatan Kereta Api Bontoa 2



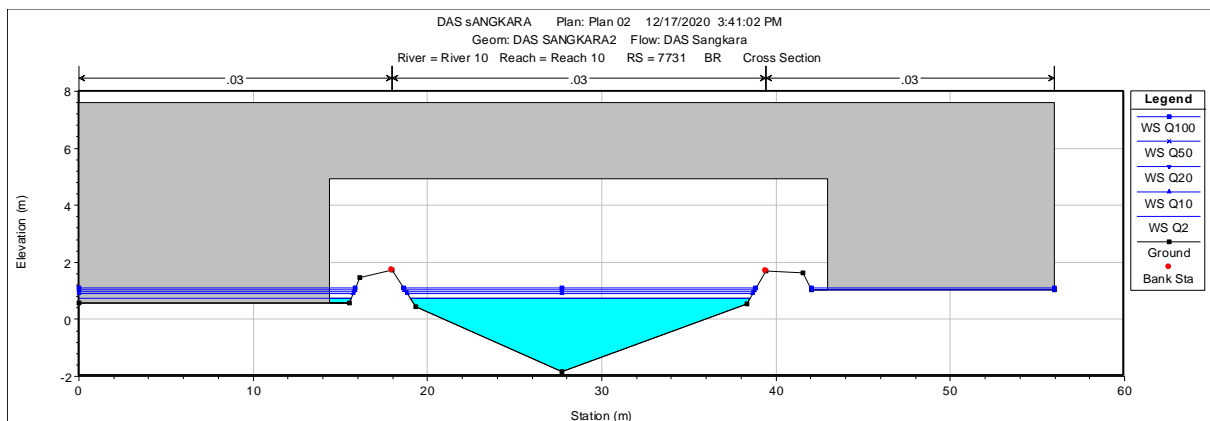
Gambar 10. Potongan melintang dan elevasi banjir pada jembatan Kereta Api Kalibone



Gambar 11. Potongan melintang dan elevasi banjir pada jembatan Kereta Api Banggae



Gambar 12. Potongan melintang dan elevasi banjir pada jembatan Kereta Api S. Pute



Gambar 13. Potongan melintang dan elevasi banjir pada jembatan Kereta Api Sungai Malengleng

Dari hasil simulasi pengaliran debit banjir dengan berbagai kala ulang untuk masing-masing perlintasan kereta api yang ada pada DAS Sangkara dapat dinyatakan aman terhadap limpasan banjir, dimana *clearance* atau ruang

bebas antara elevasi banjir Q_{50} th. dengan dasar gelagar jembatan perlintasan lebih besar dari satu meter (> 1 m), sebagaimana yang dipersyaratkan.

Tabel 5. Evaluasi keamanan jembatan perlintasan Kereta Api pada DAS Sangkara

No	Nama Jembatan/ Perlintasan	Elevasi Dasar Jembatan/ Gelagar (m)	Elevasi Muka Air Banjir Q_{50} Th. (m)	Clearance/ Ruang Bebas	Keterangan
1	Bontoa 1	3.997	2.880	1.117	Aman
2	Bontoa 2	4.397	2.920	1.477	Aman
3	Kalibone	4.811	2.500	2.311	Aman
4	Banggae	4.686	2.970	1.716	Aman
5	Pute	4.423	2.110	2.313	Aman
6	Malengleng	4.932	1.050	3.882	Aman

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Curah hujan DAS Sangkara dengan metode Gumbel Tipe 1 untuk kala ulang lima puluh tahun sebesar 223.150 mm
2. Debit banjir kala ulang lima puluh tahun (Q_{50}) DAS Sangkara dengan luas tangkapan 352 km² adalah 774.201 m³/det, yang diperoleh dengan metode HSS Nakayasu.
3. Jembatan perlintasan kereta api pada DAS Sangkara dinilai aman terhadap luapan banjir Q_{50} th. dengan *clearance* terendah pada jembatan Bontoa 1 yaitu sebesar 1.117 atau $> 1,0$ m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PPK Pengembangan Perkeretaapian Maros – Pangkep dan

Pihak BBWS Pompengan Jeneberang atas kepercayaan yang diberikan terkait evaluasi keamanan perlintasan kereta api ini, dan juga kepada rekan-rekan yang ikut serta membantu dalam menyiapkan kajian ini serta kepada pengelola Jurnal Teknik Hidro Universitas Muhammadiyah atas perkenannya memuat tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2011, Peraturan Menteri Perhubungan No: PM 28 Tahun 2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, Jakarta;
- Anonymous, Pedoman Perencanaan Jembatan, Direktorat Jembatan Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, Jakarta;
- Chow V.T., 1992, Hidrolika Saluran Terbuka (*Open Channel Hydraulics*) Terjemahan, Erlangga, Jakarta;

Jurnal Teknik Hidro
Volume 14 Nomor 1, Februari 2021

Istiarto, 2014, Modul Pelatihan
Pemakaian HEC-RAS,
Yogyakarta;

Limantara L.M., 2010, Hidrologi
Praktis, Lubuk Agung: Bandung;