

## Rancangan Saluran Pada Pemindahan Aliran Sungai Kili Besar Di Area Pertambangan Batubara di Lahat, Sumatra Selatan Menggunakan Aplikasi HEC-HMS dan HEC-RAS

Yudha Chrisman Mendrofa<sup>1</sup>, Tedy Agung Cahyadi<sup>2</sup>, Shofa Rijalul Haq<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Program Studi Magister Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta  
Korespondensi: [chrismanyudha@gmail.com](mailto:chrismanyudha@gmail.com) , [nurkhamim@upnyk.ac.id](mailto:nurkhamim@upnyk.ac.id)

### ABSTRAK

Pada pertambangan batubara, sering dijumpai adanya aliran sungai yang membentang di kawasan tambang. Hal ini tentu mempengaruhi produksi dan jalannya penambangan sehingga perlu dilakukan perlakuan khusus, yaitu pemindahan aliran sungai. Dalam pemindahan aliran sungai, perlu memperhatikan beberapa hal seperti, debit sungai rancangan, dimensi saluran sungai yang baru, dan lain sebagainya. Ini dilakukan tidak merusak lingkungan dan tidak mengakibatkan banjir di kemudian hari pada saluran sungai yang baru. Penggunaan aplikasi HEC-HMS dan HEC-RAS dapat membantu dalam perhitungan dan pemodelan saluran.

**Kata kunci:** pengalihan sungai, sungai, DAS, penanganan banjir

### ABSTRACT

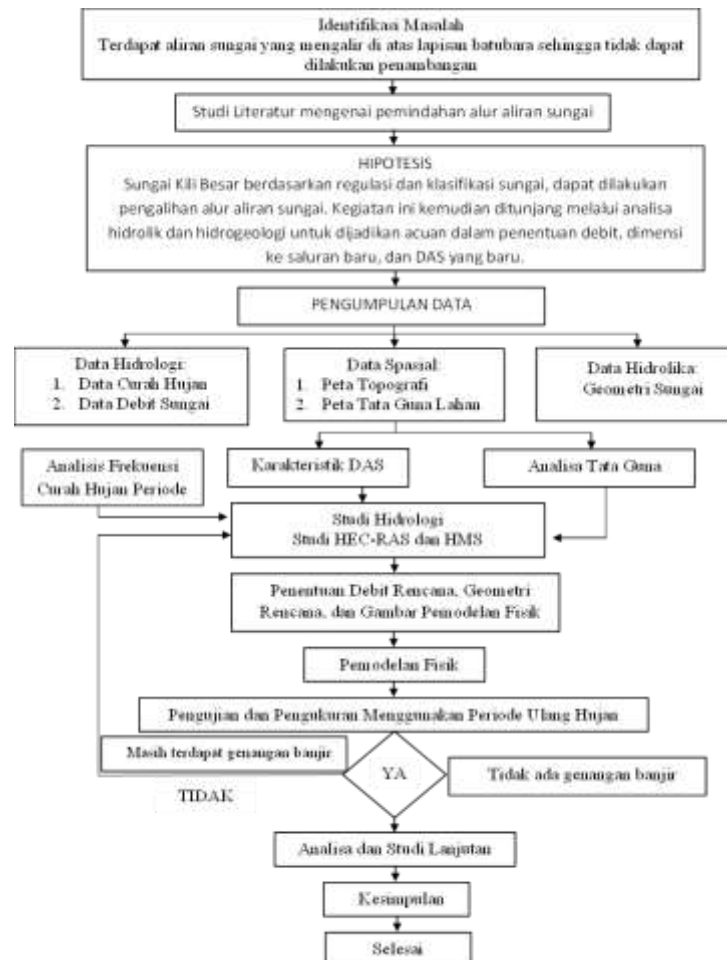
*It is common to find a river flowing across the mining area in coal mining. This certainly affects production and mining operations, so special treatment needs to be carried out, namely moving river flows. When transferring river flow, paying attention to several things, such as the design of river discharge, dimensions of the new river channel, and so on is necessary. This is done without damaging the environment and does not result in future flooding in the new river channel. Using the HEC-HMS and HEC-RAS applications can help in channel calculations and modelling.*  
**Keywords:** river diversion, river, watershed, Flood Management

### PENDAHULUAN

Saat ini, sungai telah menjadi sumber kehidupan dan tumpuan aktivitas manusia (Li Ren dkk, 2022). Imbas dari pemanfaatan sungai yang berkelanjutan, banyak cara yang dapat dilakukan dalam proyek pengendalian sungai, salah satunya pengalihan alur aliran sungai. Namun, pengalihan alur aliran sungai dapat memiliki efek yang buruk dan berjangka panjang jika tidak ditangani dengan baik dan tepat (Flatley, 2021). Perhitungan dan pengukuran yang akurat tentang air limpasan pada daerah aliran sungai (DAS) sangatlah penting dalam perencanaan sumber daya air (Zeleeuw dan Melesse, 2018). Perhitungan estimasi debit air dan puncak air limpasan menjadi sangat penting dalam merencanakan pengalihan alur aliran sungai pada DAS dan pencegahan banjir (Romali dkk, 2018). Namun, kelemahan dari proyek ini adalah tingkat kesulitan dalam pengumpulan data (medan tempat pengambilan data) serta kompleksitas system hidrologi (Guduru dkk, 2018), sehingga diperlukan pemilihan model dengan struktur yang sederhana, input data sesuai kebutuhan (tidak berlebihan), serta prediksi yang akurat (Beven, 2012). Pemodelan genangan banjir dilakukan dengan menggunakan HEC-HMS setelah melewati model WMS (*Watershed Modeling System*), untuk membangun model aliran HEC-RAS. Keuntungan menggunakan WMS adalah dapat dipertukarkan dengan GIS, HEC-HMS, dan HEC-RAS. WMS dapat melakukan operasi seperti deliniasi cekungan otomatis, perhitungan parameter geometris, perhitungan overlay GIS, ekstraksi penampang dari data medan, deliniasi dataran banjir, pemetaan, dan analisis storm drain (Myronidis dkk 2009). Adanya saluran sungai yang mengalir pada suatu lahan pertambangan bukanlah hal yang baru. Saluran sungai tersebut kemudian akan dialihkan di sekitar area tambang yang tidak berdampak pada kegiatan penambangan dengan rekayasa saluran dan menghindari potensi terjadinya banjir (Atkinson dkk, 2017). Sungai Kili Besar yg terdapat di Lahat, Sumatera Selatan membentang sejauh 29.383 meter. Rencananya, sungai tersebut akan dialihkan aliran sungainya karena terdapat lapisan batubara yang terdapat di bawah sungai tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: 1. Menghitung debit rancangan pada saluran sungai yang baru 2. Merancang saluran yang paling optimal dari perhitungan debit menggunakan aplikasi HEC HMS dan HEC-RAS berdasarkan 3 simulasi

## METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian yang dilakukan seperti yang tertuang pada Gambar 1. dibawah. Penelitian ini berdasarkan pengamatan langsung dilapangan dan *literatur review* baik jurnal nasional maupun internasional.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan identifikasi masalah, kemudian dilanjutkan studi literatur dan pengumpulan data. Kemudian data diolah pada software HEC-HMS dan HEC-RAS untuk memodelkan saluran sungai. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah adanya genangan banjir atau tidak. Variabel kontrol dilakukan berkala berdasarkan periode ulang hujan 100 tahun (sesuai dengan peraturan Kementerian PUPR).

## HASIL DAN ANALISIS

Lokasi penelitian berada di Desa Kebur, Kecamatan Lahat, Kabupaten Lahat, Sumatra Selatan. Sungai Kili Besar membentang di pit PE PT. Priamanaya Energi. Hal ini dapat dilihat di Gambar 1. Berdasarkan penelitian, didapatkan olah data sebagai berikut.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

**Data Curah Hujan**

Stasiun Kepahiang terletak di Kabupaten Kepahiang, Bengkulu yang berjarak sekitar 111 km ke arah utara konsesi PT PE. Data curah hujan digunakan untuk mengestimasi curah hujan harian maksimum. Distribusi curah hujan harian maksimum disajikan pada Gambar 2. Data curah hujan harian maksimum per bulan dari 2010 hingga 2021 disediakan pada Tabel dibawah ini. Curah hujan harian maksimum terbesar terjadi pada bulan April 2019.



Gambar 3. Distribusi curah hujan harian maksimum stasiun Kepahiang, Bengkulu

Kemudian penelitian dilanjutkan untuk mendapatkan distribusi data. Dari perhitungan nilai Ck, Cs, dan Cv, didapati distribusi Log Pearson III lah yang memenuhi seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis frekuensi dengan 4 distribusi dan Hasil Perhitungan Persyaratan Cs dan Ck

Distribusi	Persyaratan		Ket
	Cs	Ck	
Gumbel	1.14	5.4	
Normal	0	3	
Log Normal	0.70	3.91	
Log Person III	Selain angka diatas		
Distribusi	Cs	Ck	Ket
Normal	1.44282	6.96962	Tidak
Log Normal	1.44282	6.96962	Tidak
Gumbel	1.44282	6.96962	Tidak
Log Person III	Selain diatas		Memenuhi

Setelah didapati uji distribusi yang memenuhi, dilakukan perhitungan curah hujan rancangan menggunakan distribusi Log Pearson III seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil perhitungan curah hujan rancangan distribusi Log Pearson III

Periode	KTR	Curah Hujan Rncana
2	-0.0942	95.4925625
5	0.802	115.7916466
10	1.327	129.6273589
25	1.930	147.6066535
50	2.345	161.3657626
100	2.734	175.4763656

### Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit rancangan pada penelitian ini menggunakan *software* HEC-HMS. Pada *software* HEC-HMS dapat digunakan untuk membuat sebuah hidrograf satuan sintetik (HSS). Pada pembuatan HSS di permodelan ini menggunakan HSS metode *Soil Conservation Service* (SCS) yang memerlukan parameter hujan rencana distribusi jam-jaman, geometrik sungai dan lainnya. Setelah didapatkannya HSS, Kemudian dari debit HSS tersebut didapatkan Debit Rancangan yang digunakan untuk membuat permodelan genangan. Data Hidrologi didapat dari analisis yang dilakukan sebelumnya. Di HEC-HMS juga terdapat beberapa indikator penting diantaranya indikator Loss Method dan *Tranform*. *Tranform method* merupakan metode HSS apa yang akan digunakan untuk permodelan yang dalam penelitian ini menggunakan metode SCS. Dan Untuk *Loss method* digunakan untuk mengukur seberapa besar air yang menjadi infiltrasi. Kemudian untuk mengakses hasil permodelan HEC-HMS yang telah dilakukan dengan cara mengklik *Curent compute Selection* => pilih TR=100 => *Coumpute All Elements*, kemudian klik kanan pada *Juntion 1* dan Pilih *result* dan Pilih *View Graph*.

Terdapat beberapa metode di HEC-HMS untuk mengidentifikasi besaran curah hujan yang menjadi aliran air tanah (Infiltrasi), diantaranya SCS-CN, *Soil Moisture Accountinng*, dan *Smith Parlange*. Pada permodelan ini digunakan metode SCS-CN yang menggunakan nilai *Curve Number*. Nilai *Curve Number* (CN) digunakan untuk mengidentifikasi besaran curah hujan yang menjadi Infiltrasi atau terserap kedalam tanah. Nilai CN pada tiap jenis penutup lahan memiliki nilai yang berbeda. Berikut Tabel 3. nilai CN berdasarkan penutup lahan pada DAS Kili Besar.

**Tabel 3.** Nilai CN berdasarkan penutup Lahan

Lahan Penutup	CN
Gedung/Bangunan	71
Padang Rumput	69
Perkebunan/kebun	65
Pemukiman	71
Sawah	75
Semak Belukar	69
Tegalan/Ladang	56

### Distribusi Hujan Rencana

Distribusi hujan rencana digunakan untuk *input* di aplikasi HEC-HMS. Distribusi hujan rencana dari perhitungan akan dirubah menjadi debit per jam oleh HEC-HMS. Hujan Jam-jaman merupakan hasil perkalian antara Distribusi hujan Netto metode PSA 007 dengan hasil analisis curah hujan rancangan. Hasil Analisis metode hujan jam-jaman PSA 007 sudah disesuaikan dengan rata-rata lama waktu curah hujan di Indonesia yaitu 4-7 jam. Berikut Tabel 4 hasil analisis hujan jam-jaman dengan metode PSA 007.

**Tabel 4.** Distribusi Curah Hujan Rencana 100 Tahun

No	Jam ke	Curah Hujan Rencana 100 Th 175.48
1	0.5	3.51
2	1	5.26
3	1.5	7.02
4	2	12.28
5	2.5	22.81
6	3	91.25
7	3.5	12.28
8	4	8.77
9	4.5	5.26
10	5	3.51
11	5.5	1.75
12	6	1.75

**Hasil Debit Rancangan HEC-HMS**

Berikut Tabel 5 nilai debit banjir rancangan dengan kala ulang 100 Tahun dari hasil permodelan HEC-HMS menggunakan metode HSS SCS dan grafik HSS Metode SCS dengan debit puncak 112,5 M<sup>3</sup>/det.

Tabel 5. Hasil Debit Banjir Rancangan HEC-HMS

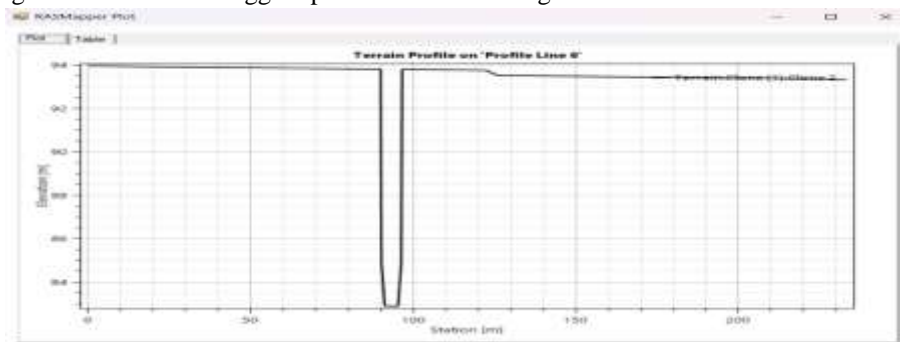
Date	Time	Precip	Loss (mm)	Excess (mm)	Direct Flow (M <sup>3</sup> /det)	Base	Total
1-Jan-10	0:00				0	0	0
1-Jan-10	0:30	3.51	3.51	0	0	0	0
1-Jan-10	1:00	5.26	5.26	0	0	0	0
1-Jan-10	1:30	7.02	7.02	0	0	0	0
1-Jan-10	2:00	12.28	12.12	0.16	0.3	0	0.3
1-Jan-10	2:30	22.81	17.86	4.95	10.1	0	10.1
1-Jan-10	3:00	91.25	37.02	54.23	112.5	0	112.5
1-Jan-10	3:30	12.28	2.91	9.37	50.2	0	50.2
1-Jan-10	4:00	8.77	1.91	6.86	25.3	0	25.3
1-Jan-10	4:30	5.26	1.08	4.18	14.6	0	14.6
1-Jan-10	5:00	3.51	0.7	2.81	9	0	9
1-Jan-10	5:30	1.75	0.34	1.41	5.1	0	5.1
1-Jan-10	6:00	1.75	0.34	1.42	4.1	0	4.1
1-Jan-10	6:30	0	0	0	1	0	1

**Pemodelan Saluran dan Simulasi**

Pada penelitian kali ini digunakan aplikasi HEC-RAS versi 6.3 untuk memodelkan saluran dengan beberapa simulasi, yaitu:

**Penampang Besar**

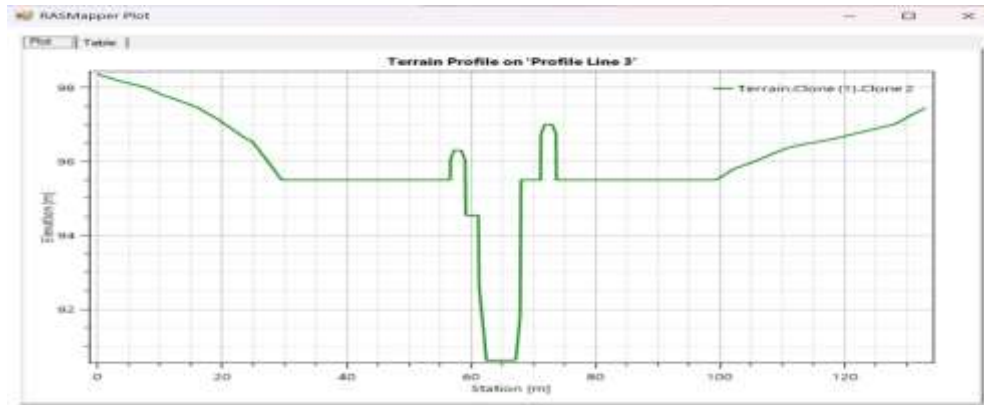
Berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS, penampang besar dapat menampung debit banjir rancangan dengan kala ulang 100 tahun. Namun penampang besar memiliki kelemahan, yaitu kedalaman saluran penampang. Untuk terhindar dari banjir dengan kala ulang 100 tahun, diperlukan kedalaman saluran yang bisa mencapai 10 meter (Gambar 5.1). Hal ini tentu sangat tidak efisien sehingga diperlukan solusi lain agar saluran tidak terlalu dalam.



**Gambar 4.** Penampang Saluran Pada Simulasi Penampang Besar

### Penampang Dengan Tanggul

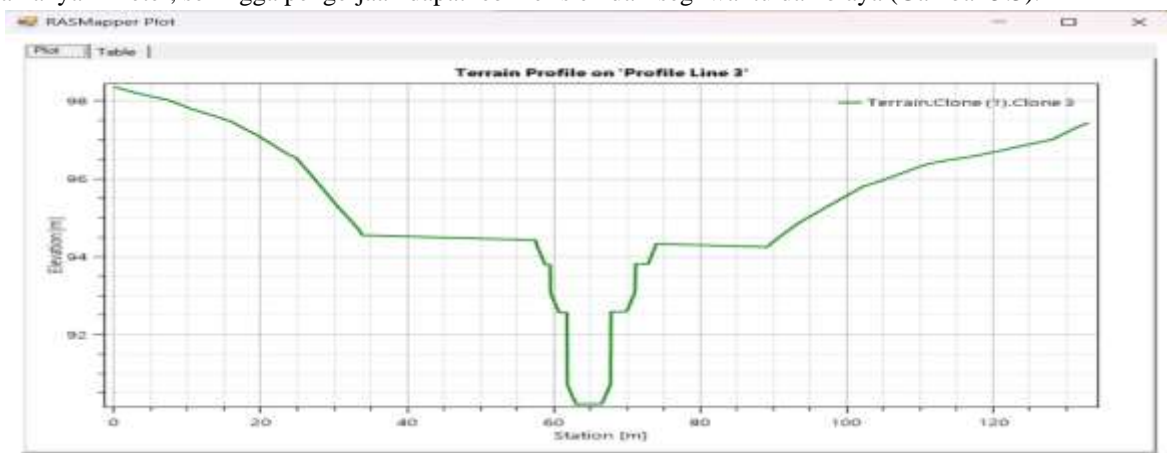
Berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS, penampang dengan tanggul dapat menampung debit banjir rancangan dengan kala ulang 100 tahun. Namun penampang ini memiliki kelemahan, yaitu diperlukan timbunan penahan sepanjang tanggul. Untuk terhindar dari banjir dengan kala ulang 100 tahun, diperlukan kedalaman saluran yang ditanggul bisa mencapai 7 meter (Gambar 5.2). Hal ini tentu sangat tidak efisien sehingga diperlukan solusi lain agar saluran tidak terlalu dalam.



**Gambar 5.** Penampang Saluran Pada Simulasi Penampang Dengan Tanggul

### Penampang Dengan Flood Planning

Penampang ini merupakan yang paling efektif untuk diterapkan pada aliran sungai baru Kili Besar. Penampang dengan *flood planning* dapat menahan debit air hujan hingga kala ulang 100 tahun. Kedalaman penampang saluran juga hanya 4 meter, sehingga pengerjaan dapat lebih efisien dari segi waktu dan biaya (Gambar 5.3).



**Gambar 6.** Penampang Saluran Pada Simulasi Penampang Dengan *Flood Planning*

### KESIMPULAN

Rancangan saluran perimeter ditentukan berdasarkan debit air sungai maksimum yang mengalir di Sungai Kili Besar. Rancangan saluran perimeter selanjutnya dibuat menggunakan asumsi debit banjir tertinggi pada periode ulang 100 tahun yaitu 112.5 m<sup>3</sup>/s. Saluran perimeter dirancang pada wilayah konsesi dengan tujuan untuk mengalihkan aliran air sungai memasuki pit penambangan. Perhitungan laju kanal terbuka dapat dihitung menggunakan rumus Manning (Suroso, 2011). Dimensi yang digunakan untuk aliran Sungai Kili Besar Baru yaitu berbentuk trapezium dengan tambahan flooding plan pada bagian atas trapezium, yang berefek kepada kedalaman saluran penampang.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdessamed, Derdour, Bouanani Abderrazak, 2019, *Coupling HEC-RAS and HEC-HMS in rainfall-runoff modeling and evaluating floodplain inundation maps in arid environments: case study of Ain Sefra city, Ksour Mountain. SW of Algeria*, Environmental Earth Sciences (2019) 78:586
- [2] Asdak, Chay, press, 2010. Buku Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada Unersivity

- [3] Atkinson, S., Rafty, M., Markham, A., Heyting, M., 2017. *Pilbara Creek diversions resilience gained through increased ore recovery and an integrated approach to design*. Iron Ore 14, 1–12.
- [4] Beven, 2012, *Runoff Modeling Using Conceptual , Data Driven , and Wavelet Based Computing Approach*, Journal of Hydrology, India
- [5] D.G. Zelelew, A.M. Melesse, 2018, *Applicability of a spatially semi-distributed hydrological model for watershed scale runoff estimation in Northwest Ethiopia*, Water, Switzerland
- [6] Flatley, Alissa, Andy Markham. 2021. *Establishing Effective Mine Closure Criteria for River Diversion Channels*. Science Direct: Australia.
- [7] Flatley, Alissa, Ian D Rutherford, dan Ross Hardie. 2018. *River Channel Relocation: Problems and Prospects*. Water MDPI: Australia
- [8] Frilisa Christiria,dkk. 2017. *Rencana Penyaliran Tambang Pada Pit SMD-1 PT. Kideco Jaya Agung Sub PT. Petrosea Tbk Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur*. Universitas Mulawarman.
- [9] Gautama Yudi Sayoga. 1993. *Pengantar Penirisan Tambang*. Institut Teknologi Bandung.
- [10] Golightly, J.P., 1979, *Geology Of Soroako Nickeliferous Laterite Deposit*, Int. Laterite Simp, New Orleans
- [11] Guduru, Jerjera Ulu, Nura Boru Jilo, Zeinu Ahmed Rabba, Wana Geyisa Namara, 2022, *Rainfall-runoff modeling using HEC-HMS model for Meki river watershed, rift valley basin, Ethiopia*, Journal of African Earth Sciences 197, Ethiopia
- [12] Hao Fu dan Xiaoliu Yang. 2019. *Effects of the South-North Water Diversion Project on the Water Dispatching Pattern and Ecological Environment in the Water Receiving Area: A Case Study of the Fuyang River Basin in Handan, China*. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University: China
- [13] Jensen S, Domingue J, (1988) Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis, *Photogramm Eng Remote Sens* 54:1593–1600
- [14] Jianhua Cheng, Yanxia Ding, Wanhong Yang, Chenxia Yang, Kai Wang, Chao Qiang, Zhifa Gao. 2021. *Study on the Layout of the Section from Yangtse River to Hongze Lake of the Second Phase Project of the East Route of South-to-North Water Diversion Project*. IOP Publishing: China
- [15] Johnson, S.L., Wright, A.H., 2003. *Mine void water resource issues in western Australia*. Water and Rivers Commission 1–93. Resource Science Division. Report No. HG 9.
- [16] Leopold, L.B., Wolman, M.G. and Miller, J.P., 1964. *Fluvial processes in geomorphology*. Freeman, San Francisco, CA, 522
- [17] Li Ren, Shuping Song , Yue Zhou, 2022, *Evaluation of river ecological status in the plain river network area in the context of urbanization: A case study of 21 Rivers' ecological status in Jiangsu Province, China*, Ecological Indicators, China
- [18] Myronidis D, Emmanouloudis D, Stathis D, Stefanidis P (2009) *Integrated flood risk mapping in the framework of E.Y. directive of the assessment and management of flood risks*. *Frasenlus Environ Bull* 18(1):102–111
- [19] Noor, Djauhari, 2012, *Pengantar Geologi Chapter 1*, Depublish, Yogyakarta
- [20] N.S. Romali, Z. Yusop, a.Z. Ismail, 2018, *Hydrological modelling using HEC-HMS for flood risk assessment of segamat town, Malaysia*, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng, Malaysia
- [21] Permen PUPR no 21 tahun 2020
- [22] Platts, W.S., 1980. *A plea for fishery habitat classification*. *Fisheries*, 5(1) : 1-6.
- [23] Ren Minglei, Zhu YaFeng, Ding Liuqian, Wang Gang, Kan Guangyuan, Fu Xiaodi, Zhao Liping. 2021. *Identification of the inter-basin water diversion projecteffected local flood risk factor by using the fishbone-diagram method*. IOP Publishing: China
- [24] Rudi Sayoga Gautama. 1999. *Diktat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: ITB.
- [25] Sasrodarsono Suyono, Takeda Kensaku. 1993. *Hidrolika Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [26] Suratman, 2000. *Geologi dan Endapan Nikel-Laterit Soroako Sulawesi Selatan, On Proceeding The XXIX Annual Convention of The Association of Indonesia Geologist*, Vol 2, Bandung. p 37-48.
- [27] Undang-Undang No. 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air
- [28] Zhang Tao. 2020. *Application of Diversion Construction Technology in Hydraulic Engineering Construction*. Engineering college, Yunnan University Of Bussiness Management, KunMing, Yunnan