



TESIS - BM185407

**OPTIMALISASI PENGENDALIAN BANJIR
SISTEM SUNGAI KEDUNGLARANGAN
BERDASARKAN ANALISA BIAYA DAN MANFAAT**

**HENGKY IRAWAN ACHMAD YANY
09211550023005**

**Dosen Pembimbing:
Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, Msc.**

**Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**





TESIS BM185407

**OPTIMALISASI PENGENDALIAN BANJIR
SISTEM SUNGAI KEDUNGLARANGAN
BERDASARKAN ANALISA BIAYA DAN MANFAAT**

HENGKY IRAWAN ACHMAD YANY
092115.5002.3005

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, Msc.

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

HENGKY IRAWAN ACHMAD YANY

NRP. 092115.5002.3005

Tanggal Ujian: 03 Agustus 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, Msc.
NIP. 195401131980101001


(.....)

Penguji:

1. Christiono Utomo, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 132303087


(.....)

2. Ir. Ervina Ahyudanari, M.E., Ph.D.
NIP. 196902241995122001


(.....)

Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP.
NIP. 196912311994121076

“halaman ini sengaja dikosongkan”

**OPTIMALISASI PENGENDALIAN BANJIR SISTEM SUNGAI
KEDUNGLARANGAN
BERDASARKAN ANALISA BIAYA DAN MANFAAT
(*COST BENEFIT ANALYSIS*)**

Nama mahasiswa : Hengky Irawan Achmad Yany
NRP : 092115.5002.3005
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, Msc.

ABSTRAK

Genangan air dan banjir tahunan terjadi waktu musim penghujan di sekitar Bangil Utara kabupaten Pasuruan. Luapan air Sungai Kedunglarangan yang juga merupakan hasil pertemuan antara Sungai Bangiltak dan Sungai Wrati menjadi salah satu penyebabnya. Diusulkan 5 upaya alternatif struktural pengendalian banjir terhadap sungai dalam penanggulangannya. Keterbatasan anggaran di Balai Besar Wilayah Sungai Brantas menjadi pertimbangan utama untuk pelaksanaannya. Diperlukan optimalisasi alternatif berdasarkan biaya dan manfaat untuk memastikan alternatif yang paling optimal.

Optimalisasi alternatif upaya struktural pengendalian banjir berdasarkan biaya dan manfaat dilakukan melalui tahapan pengumpulan data sekunder dan data primer untuk mengidentifikasi faktor biaya, faktor dampak dan faktor manfaat. Pendekatan metode *Cost Benefit Analysis* digunakan dengan menghitung *B/C ratio*, NPV dan analisa sensitivitas.

Dari hasil analisa didapat alternatif yang optimal berdasarkan biaya dan manfaat dalam upaya pengendalian banjir. B/C rasio dari Sungai Bangiltak sebesar 8,98%, Sungai Wrati 12,51%, Sungai Masangan 1,20% dan Sungai Kedunglarangan 1,15%. Walaupun Sungai Bangiltak memiliki Rasio lebih kecil daripada Sungai Wrati, bila Sungai Bangiltak belum dilaksanakan maka debit Sungai Wrati sebesar 154,32 m³/det tidak dapat tertampung atau dialirkan. Apabila terjadi kenaikan harga sebesar 16,5% maka investasi untuk Proyek Sungai Kedunglarangan tidak layak dilakukan, sedangkan penanggulangan banjir untuk Sungai Masangan tidak layak dilakukan apabila terjadi kenaikan biaya sebesar 27%. Proyek Sungai Wrati dan Bangiltak masih layak dilakukan meskipun terjadi kenaikan harga hingga 40%.

Kata kunci: Optimalisasi, Pengendalian Banjir, CBA, NPV.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Flood Control Optimazation of Kedunglarangan River System Based on Cost Benefit Analysis

College Student : Hengky Irawan Achmad Yany
NRP : 092115.5002.3013
Advisor : Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, Msc.

ABSTRACT

Anual flood and inundation in rainy season occur in North Bangil Area, in the Region of Pasuruan. The overflow of Kedunglarangan River as the result of crossing between Bangiltak River and Wрати River, is one of the contributors of the flood. There are five alternatives proposed for structural flood control for the rivers. Limited budget in Balai Besar Wilayah Sungai Brantas is the major consideration for choosing the alternatives. Hence, optimazation of respective alternatives is needed, based on cost benefit analysis to meet the best alternative of flood control.

Optimazation of flood control alternatives as the approach of structural flood control based on cost benefit analysis will be done through some stages, primary and secondary data collection, cost factors identification, and impact and benefit factors identification. The approach using cost benefit analysis will be applied by calculating B/C ratio, NPV, and sensitivity analysis.

The analysis shows the optimum alternative based on efficient cost and effective benefit in the flood control. B/C ratio of flood control in Bangiltak River is 8,98%, Wрати River is 12,51%, Masangan River is 1,20% and Kedunglarangan river is 1,15%. Even though the B/C ratio of flood control in Bangiltak River is less than the ratio number in Wрати River, the flood control in Bangiltak River should be implemented prior to the flood control in Wрати River, in order to provide water retention 154,32 m³/s of Wрати River which flows to Bangiltak River. If there is 16,5% investment or more so the invesment is not feasible. flood prevention for Masangan River is not feasible if there is an increase in costs of 27%. Wрати River and Bangiltak River projects is still visible even though there is up to 40% inflation.

Keywords: Optimization, Flood Control, CBA, NPV.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Kata Pengantar

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT Dzat Yang Maha Agung atas semua limpahan rahmat dan petunjuk bagi penulis dalam penyelesaian tesis berjudul “Optimalisasi pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan berdasarkan analisa biaya dan manfaat”. Penyusunan tesis ini merupakan salah satu syarat mendapatkan gelar akademik Magister Manajemen Teknik (MMT) dan menyelesaikan pendidikan Program Pascasarjana di Bidang Keahlian Manajemen Proyek, Program Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam penyusunan tesis ini banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan dan saran, untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

- Bapak **Usman Hadi** dan Ibu **Rita Ridjayanah** selaku orang tua terkasih, dengan restu keduanya penulis dapat hadir di dunia dan memberi manfaat bagi semesta, Bapak/Ibu & mertua, Istri tercinta **Palupi Wikandari** dan anak-anak tersayang **Darmadipa Sinatrya Irawan** dan **Darmarasti Maharani Irawan**, serta kakak dan adik semua yang telah memberi dukungan lahir batin.
- Bapak **Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, Msc.** selaku dosen pembimbing untuk diskusi-diskusi yang sangat positif dan bermanfaat.
- Bapak/Ibu dosen pengajar serta seluruh staf MMT ITS lainnya.
- Teman-teman Manajemen Proyek dan Manajemen Teknologi Informasi angkatan 2015 dan angkatan 2016 untuk semangat kebersamaannya.
- Pimpinan dan rekan sejawat Balai Besar Brantas Wilayah Sungai Brantas, pimpinan dan rekan di Dinas Pengairan Kabupaten Pasuruan dan untuk semua dukungan/ kerelaan lahir batin.
- Para responden dan narasumber penelitian ini.
- Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu atas semua doa dan harapannya, semoga mendapat limpahan berkah Sang Maha Pencipta.

“Tidak ada gading yang tak retak” demikian pula dengan buku ini. Bila ada kritik dan saran akan kami terima dengan senang hati sebagai masukan penulis untuk mengembangkan wawasan dan pengetahuan selanjutnya.

Surabaya, Juli 2020
Penulis

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Daftar Isi

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Rumus	xv
Daftar Lampiran	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang masalah	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan masalah	4
1.6 Sistematika penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
3.1 Sungai.....	7
2.2.1 Kondisi Sungai.....	7
2.2.2 Sistem sungai	9
2.3 Daerah aliran sungai (DAS)	10
2.3.1 Kondisi daerah tangkapan air	12
2.4 Banjir dan pengendaliannya	13
2.4.1 Suplesi/ sudetan	14
2.4.2 Kolam retensi.....	15

2.4.3	Normalisasi.....	15
2.4.4	Sistem drainase.....	15
2.4.5	Konservasi daerah hulu	16
2.5	Cost-benefit analysis	16
2.6	Analisa Ekonomi.....	17
2.6.1	Discounted cash flow	17
2.6.2	Net Present Value (NPV)	18
2.6.3	Benefit Cost Ratio (BCR)	18
2.6.4	Sensitivity Analysis.....	19
2.7	Konsep biaya pengendalian banjir Sungai Kedunglarangan	19
2.8	Konsep manfaat pengendalian banjir Sungai Kedunglarangan	19
2.9	Konsep optimalisasi pengendalian banjir Sungai Kedunglarangan.....	20
2.10	Kajian penelitian terdahulu	20
2.11	Posisi Penelitian	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Gambaran umum wilayah penelitian	23
3.2	Diagram alir penelitian	24
3.3	Tahapan penelitian.....	25
3.2.1	Pengumpulan data	26
3.2.2	Identifikasi, validasi dan verifikasi	27
3.2.3	Estimasi dan analisa kapasitas sungai	27
3.2.4	Analisa Rencana pengendalian banjir	27
3.2.5	Analisa kelayakan investasi	28
3.2.6	Analisa sensitivitas.....	28
3.2.7	Kesimpulan.....	29

BAB 4	31
PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Deskripsi Objek	31
4.2 Sistem Sungai Kedunglarangan.....	36
4.3 Debit banjir rencana	37
4.4 Analisa kerugian akibat banjir tahunan	38
4.5 Alternatif pengendalian banjir.....	39
4.5.1 Suplesi/ sudetan	39
4.5.2 Kolam retensi.....	42
4.5.3 Normalisasi Sungai	45
4.5.4 Sistem Drainase	48
4.5.5 Konservasi daerah hulu.....	49
4.6 Penanganan banjir sistem Sungai Kedunglarangan.....	50
4.6.1 Penanganan Sungai Kedunglarangan.....	52
4.6.2 Penanganan Sungai Kalanganyar.....	54
4.6.3 Penanganan Sungai Wrati.....	54
4.6.4 Penanganan Sungai Masangan.....	57
4.6.5 Penanganan Sungai Raci.....	58
4.6.6 Penanganan Sungai Bangiltak	59
4.7 Analisa Ekonomi	60
4.7.1 Rencana Anggaran Biaya Penanganan Banjir DAS Kedunglarangan	62
4.7.2 Kelayakan Ekonomi.....	62
4.7.3 Analisa Sensitifitas	70
BAB 5	71
KESIMPULAN	71
5.1 Kesimpulan.....	71

5.2	Saran	71
	Daftar Pustaka	73
	Lampiran.....	75

Daftar Tabel

Tabel 2.8-1 Manfaat kegiatan optimalisasi sungai.....	20
Tabel 4.2-1 Karakteristik DAS	37
Tabel 4.3-1 Debit rencana yang digunakan dalam perhitungan banjir	38
Tabel 4.4-1 Kerugian dampak banjir	38
Tabel 4.5-1 Dimensi sudetan Raci	40
Tabel 4.5-2 Dimensi Sudetan Gondanglegi	41
Tabel 4.5-3 Dimensi suplesi/ sudetan pengendalian banjir.....	42
Tabel 4.5-4 Dimensi kolam tampungan	45
Tabel 4.5-5 Dimensi normalisasi sistem Sungai Kedunglarangan.....	47
Tabel 4.6-1 Dimensi normalisasi Sungai Kedunglarangan.....	53
Tabel 4.6-2 Dimensi Sudetan Kalanganyar	54
Tabel 4.6-3 Dimensi normalisasi Sungai Kalanganyar.....	54
Tabel 4.6-4 Dimensi normalisasi Sungai Wrati	55
Tabel 4.6-5 Dimensi suplesi/ sudetan Gondanglegi.....	56
Tabel 4.6-6 Kolam Retensi Kedungboto.....	57
Tabel 4.6-7 Dimensi normalisasi Sungai Masangan.....	58
Tabel 4.6-8 Dimensi Sudetan Raci.....	58
Tabel 4.6-9 Dimensi normalisasi Sungai Raci.....	59
Tabel 4.6-10 Dimensi normalisasi Sungai Bangiltak.....	59
Tabel 4.6-11 Dimensi kolam retensi 4 (Bangiltak).....	60
Tabel 4.7-1 Manfaat normalisasi.....	61
Tabel 4.7-2 Manfaat kolam retensi	61
Tabel 4.7-3 Manfaat suplesi/ sudetan.....	61
Tabel 4.7-4 Rencana Anggaran Biaya Penanganan Banjir DAS Kedunglarangan.....	62
Tabel 4.7-5 Komponen biaya dan manfaat proyek	63
Tabel 4.7-6 Pembiayaan Penanganan sungai	64
Tabel 4.7-7 Perhitungan rasio biaya dan manfaat	65
Tabel 4.7-8 Perhitungan rasio biaya dan manfaat (Kenaikan 16,5%).....	65
Tabel 4.7-9 Perhitungan rasio biaya dan manfaat (Kenaikan 27%).....	65

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Daftar Gambar

Gambar 1-1. Banjir yang menggenangi lahan persawahan dan tambak	2
Gambar 1-2. Banjir yang menggenangi Tambak dan Jalan	2
Gambar 3.1-1 Sistem sungai	9
Gambar 2.3-1 Siklus hidrologi (Anshori, 2017)	11
Gambar 2.4-1 Danau ladam (oxbow) di Mississippi, USA (Dieras, 2013)	14
Gambar 3.1-1 Peta lokasi Penelitian	24
Gambar 3.2-1 Diagram Alur Penelitian	25
Gambar 4.1-1 lokasi sungai kedunglarangan	32
Gambar 4.1-2 Wilayah Administratif Kabupaten Pasuruan	34
Gambar 4.2-1 Catchment Area Dari Tiap DAS	37
Gambar 4.5-1 Kolam Retensi di desa Kedungboto.....	43
Gambar 4.5-2 Sedimentasi di Sungai Kedunglarangan	48
Gambar 4.5-3 Kondisi wilayah hulu DAS Sungai Kedunglarangan.....	50
Gambar 4.5-4 Wilayah hulu Sungai Kedunglarangan	50
Gambar 4.6-1 Skema distribusi debit.....	52
Gambar 4.7-1 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap NPV (Wrati)	66
Gambar 4.7-2 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap BCR (Wrati)	66
Gambar 4.7-3 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap NPV (Bangiltak).....	67
Gambar 4.7-4 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap BCR (Bangiltak).....	67
Gambar 4.7-5 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap NPV (Masangan).....	68
Gambar 4.7-6 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap BCR (Masangan).....	68
Gambar 4.7-7 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap NPV (Kedunglarangan)	69
Gambar 4.7-8 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap BCR (Kedunglarangan)	69

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Daftar Rumus

Rumus 2.6-1 <i>Net Present Value</i>	18
Rumus 2.6-2 <i>Benefit Cost Ratio</i>	19

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Stasiun Curah Hujan di Lokasi Studi	75
Lampiran 2. Lokasi Stasiun Curah Hujan di Lokasi Studi.....	77
Lampiran 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum di DAS Kedunglarangan	79
Lampiran 4. Luas Pengaruh Masing-Masing Stasiun Hujan Metoda Thiessen	81
Lampiran 5. Skema Perhitungan Debit Banjir Rencana	83
Lampiran 6. Kala Ulang Minimum yang Disarankan sebagai Banjir Rencana	85
Lampiran 7. Tinggi Jagaan/Free Board (W)	85
Lampiran 8. Skema Hidrograf Banjir Rencana Metoda Gamma I.....	87
Lampiran 9. Estimasi Biaya Pengendalian Banjir Sistem Kedunglarangan	88
Lampiran 10 Biaya dan keuntungan Proyek	93
Lampiran 11. Peta Genangan	94
Lampiran 12. Peta DAS Sistem Sungai Kedunglarangan.....	95
Lampiran 13. Peta Tata Guna Lahan.....	96
Lampiran 14. Survey harga tanah/lahan.....	97
Lampiran 15. Survey data banjir.....	97

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang masalah

Air merupakan salah satu sumber kehidupan yang ada di muka bumi ini. Salah satu unsur yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan bahkan 60-70% dari berat tubuh manusia pun kandungannya berupa air. Air sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia maupun makhluk hidup lainnya. Namun ternyata air juga bisa membawa bencana berupa banjir. Banjir terjadi salah satunya adalah karena daya tampung sungai sudah kurang memadai dibanding volume dan debit air yang dihantarkannya, sehingga terjadi luapan air sungai yang menjadi genangan di beberapa wilayah. Banjir dapat menggerus badan dan tanggul sungai jika alirannya terlalu deras dan kapasitas debitnya melampaui daya tampungnya. Sungai merupakan media penghantar aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara).

Perubahan iklim telah meningkatkan ketidakpastian terhadap cuaca yang ekstrim, Indonesia yang memiliki karakteristik iklim berlainan rentan terhadap situasi tersebut. Kondisi tersebut membuat beberapa wilayah rentan terhadap bencana banjir yang berpotensi menimbulkan kerugian secara sosial dan ekonomi. Hampir setiap tahun pada musim penghujan terjadi banjir di Kabupaten Pasuruan dan sekitarnya. Hal ini akibat dari Sungai Wрати dan Sungai Bangiltak bertemu jadi satu masuk ke Sungai Kedunglarangan sehingga terjadi penambahan debit yang cukup signifikan dan terjadinya penyempitan ruas di hilir pertemuan Sungai Kedung Larangan dan Sungai Wрати sampai dengan muara (\pm sepanjang 12 km) selain itu kondisi morfologi sungai berkelok-kelok, landai dan melingkar ke utara, sehingga sangat sering terjadi sedimentasi/pendangkalan. Pasang surut air laut juga menjadi pemicu terjadinya banjir yang disebabkan arus balik (*back-water*), sehingga sering terjadi luapan banjir di Kota Bangil. Banyak kerugian yang dirasakan oleh masyarakat dengan adanya banjir tersebut, baik dari aspek ekonomi maupun sosial. Dampak secara ekonomi, dirasakan dengan berhentinya aktivitas perekonomian masyarakat selama terjadinya banjir. Permasalahan ini juga dialami

oleh masyarakat yang bermatapencaharian sebagai petani. Banjir mengakibatkan rusaknya lahan pertanian maupun tambak masyarakat. Kerusakan lahan garapan petani ini, menjadikan mereka mengalami gagal panen. Akibat kegagalan panen tersebut, para petani diperkirakan mengalami kerugian yang cukup signifikan. Kejadian banjir juga akan berdampak pada penurunan tingkat kesehatan masyarakat. Memahami keadaan tersebut maka diperlukan penyelesaian secara komprehensif dengan mempertibangkan kondisi yang telah ada, sehingga permasalahan banjir yang ada di wilayah Kabupaten Pasuruan bisa terselesaikan dan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat.



Gambar 1-1. Banjir yang menggenangi lahan persawahan dan tambak



Gambar 1-2. Banjir yang menggenangi Tambak dan Jalan

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan bila ditinjau berdasarkan analisa biaya dan manfaat.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dilakukan studi ini adalah untuk mengetahui pemilihan solusi yang paling optimal dari beberapa alternatif yang dilakukan dalam pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan. Studi ini melakukan pemilihan dari alternatif yang memiliki manfaat yang paling besar dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan dalam pengendalian banjir yang ada pada sistem Sungai Kedunglarangan. Hal ini dilakukan karena dalam penanggulangan banjir dampak Sungai Kedunglarangan mempunyai kendala dalam pembiayaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, antara lain:

1. Secara Teoritis adalah sebagai dasar studi terhadap proyek pengendalian banjir dengan melakukan upaya pengendalian banjir secara struktural terhadap wilayah Daerah Aliran Sungai yang mengimplementasikan keilmuan di bidang manajemen investasi khususnya dalam hal analisa investasi proyek melalui pendekatan analisa biaya dan manfaat.
2. Secara Praktis adalah menjadi salah satu dasar pemikiran/ ide perencanaan bagi Balai Besar Wilayah Sungai Brantas dalam upaya menyikapi rencana tindak lanjut terhadap usulan alternatif upaya pengendalian banjir secara struktural terhadap sistem Sungai Kedunglarangan di wilayah Bangil Kabupaten Pasuruan. Upaya tersebut diupayakan untuk mengurangi peluang terjadinya banjir dan genangan tahunan. Ditemukan faktor biaya dan manfaat apa saja yang dapat berpengaruh terhadap alternatif yang paling optimal terhadap proyek pengendalian banjir yang keselanjutannya dapat dijadikan masukan oleh instansi lain dalam melakukan kajian lebih mendalam untuk mempersiapkan anggaran di proyek yang serupa.
3. Secara manajerial adalah mendapatkan hal-hal sebagai berikut:
 - Mengevaluasi kebijakan yang lalu yang menangani permasalahan banjir secara parsial menjadi penanganan permasalahan banjir secara terpadu yang meliputi: konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, Pengendalian Daya Rusak Air, Sistem Informasi Sumber Daya Air (SISDA), Peran Serta Masyarakat dan Swasta.
 - Mendapatkan alternatif terbaik dalam menanggulangi permasalahan banjir

yang terjadi berdasarkan analisa biaya dan manfaat, apabila terjadi keterbatasan anggaran bisa dijadikan parameter dalam pengambilan keputusan.

1.5 Batasan masalah

Dengan adanya keterbatasan waktu dan data yang ada, maka dalam penelitian ini dibatasi dengan beberapa hal sebagai berikut:

1. Obyek penelitian adalah Sistem Sungai Kedunglarangan di Kabupaten Pasuruan.
2. Alternatif yang dianalisa ada 3 dari 5 alternatif, karena 2 alternatif merupakan solusi jangka panjang.
3. Analisa proyek dilakukan dengan menggunakan metode Discounted Cash Flow berdasarkan kriteria investasi: B/C ratio, NPV, Analisa Sensitivitas.
4. Analisa investasi mengacu pada skema biaya dan manfaat.

1.6 Sistematika penulisan

Untuk memudahkan dalam hal penulisan penelitian, maka laporan penelitian ini terbagi menjadi beberapa bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian yang berisi uraian latar belakang permasalahan, perumusan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian mengenai beberapa teori dan definisi serta terminologi Sungai, Sistem Sungai, Daerah Aliran Sungai, Suplesi/ sudetan, Kolam Retensi, Normlisasi Sungai, Sistem Drainase, Konservasi daerah hulu, *Discounted cash flow*, *Cost Benefit Analysis*, biaya *alternatif*, manfaat alternatif, NPV, analisa sensitivitas terhadap alternatif, analisa terhadap penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian mengenai pendekatan penelitian, data-data yang digunakan, cara pengumpulan data, serta tahapan dan metode analisa yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian ini.

BAB IV PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hal-hal yang akan dilakukan beserta analisis yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian. Selanjutnya secara terperinci dan tahap demi tahap tujuan penelitian dibahas dan dianalisis secara detail dan tajam, dengan menggunakan metoda yang telah diberikan dalam metodologi penelitian, sampai diperoleh suatu hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN

Pada sub-bab ini dituliskan kesimpulan hasil penelitian atau kesimpulan tesis. Kesimpulan harus ditulis berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan temuan yang telah ditulis pada bab sebelumnya yang tentu saja disesuaikan dengan tujuan penelitian atau tesis.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Sungai

Sungai adalah salah satu ekosistem perairan yang merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil dibagian hulu sampai dibagian hilir yang dipengaruhi oleh banyak faktor, baik oleh aktivitas alam maupun aktivitas manusia di Daerah Aliran Sungai (DAS).

Sungai adalah Sistem pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi pada kanan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan (PU, 1994)

2.2.1 Kondisi Sungai

Bila dilihat dari kondisi hidrologi Sungai Kedunglarangan termasuk dalam tipe sungai perenial (*Perennial river*) yang mempunyai debit sepanjang tahun dan curah hujan yang cukup tinggi.

Tingkat sedimentasi pada saat banjir cukup besar, hal ini terlihat pada kondisi lapangan yang banyak meninggalkan bekas lumpur. Sedimen yang terdapat di alur Sungai Kedunglarangan hulu dan tengah terdiri dari material berupa pasir, kerikil dan batu dengan diameter yang cukup besar.

Dibagian hilir Sungai Kedunglarangan ini bertemu dengan Sungai Wrati, sehingga pada saat terjadi hujan, pada ruas setelah pertemuan ini sering mengalami banjir. Hal ini terjadi karena pada ruas ini disamping terjadi pendangkalan dan penyempitan penampangannya, alurnya berkelok-kelok.

Akibat banjir tersebut pemilik/petani tambak disekitarnya pun mengeluhkan karena sering mengalami kerugian akibat dari sebagian tambaknya rusak diterjang banjir. Untuk mengantisipasi kerugian akibat banjir tersebut, terutama petani di sekitar Sungai Wrati, para petani hanya melakukan tanam sekali atau maksimum dua kali dalam setahun, yaitu dilakukan pada saat musim hujan mulai reda hingga berakhir bulan Nopember. Setelah bulan desember, para petani tidak menggarap sawahnya.

Setelah alur yang membelok, kondisi Sungai Kedunglarangan di daerah perbatasan Desa Tambakkalisogo Kabupaten Sidoarjo dengan Desa Kalianyar di Kabupaten Pasuruan alurnya tercemari oleh adanya sampah-sampah yang mengapung di sepanjang aliran daerah ini, sampah menyebar di permukaan sungai termasuk tumbuhan enceng gondok. Tumbuhan enceng gondok tumbuh subur di Sungai Wrati dan berkembang terutama di pintu Dam Kedungboto dan Dam Tambakan. Enceng Gondok setelah hanyut oleh aliran dan masuk Sungai Kedunglarangan mengalami kematian, karena kandungan garam pada Sungai Kedunglarangan makin ke hilir makin tinggi, sementara itu enceng gondok tidak tahan dengan air yang mengandung garam. Pada proses kematian enceng gondok ini, enceng gondok setelah kematiannya mengalami pembusukan dan akhirnya mengendap pada palung sungai dan berakibat pada pendangkalan Sungai Kedunglarangan .

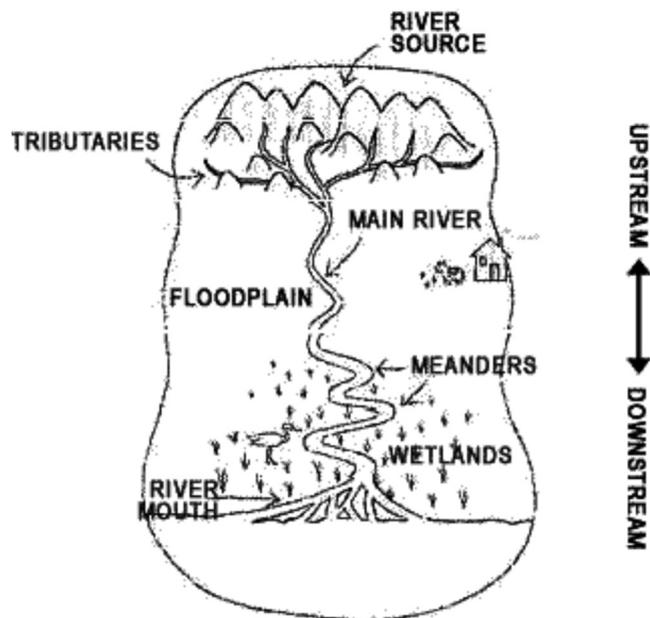
Sementara ini Sungai Wrati telah dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi sawah sebagaimana yang disinggung sebelumnya, setanggul di bagian tepi sungai berfungsi sebagai pembatas antara sungai dengan tambak perikanan, hal ini karena memang sudah banyak lahan di tepi sungai dimanfaatkan untuk tambak perikanan. Untuk kebutuhan pengairan lahan tambak, penduduk sekitar mengambil air sungai dengan menyudet tanggul untuk dibuat lahan (saluran kecil untuk irigasi tambak) yang dapat mengalirkan air dari alur sungai ini ke lahan tambak. Selain sebagai berfungsi sebagai pembatas, tanggul berfungsi juga sebagai akses jalan walaupun hanya berupa jalan tanah/parit. Sering dijumpai pada bagian tanggulnya yang ditumbuhi banyak pohon dan cukup rindang ini juga dimanfaatkan oleh warga untuk tempat memancing.

Dibagian hilirnya yang oleh penduduk setempat lebih dikenal sebagai Sungai Kuntulan mengalir hingga bermuara ke laut. Di bagian ini tepi sungainya ditumbuhi banyak tanaman bakau yang dapat difungsikan sebagai perkuatan tanggul dan pembatas dari lahan tambak-tambak di sepanjang tepi alur sungai. Namun kondisinya makin menyempit karena sebagian penduduk memanfaatkan sebagian wilayah sungai untuk dijadikan sebagai lahan tambak. Awalnya dimulai dengan menebangi hutan bakau yang ada di bantaran untuk kemudian mendirikan tanggul dengan tanah yang ada di sekitarnya untuk dijadikan batas tambak. Sampai

sekarang ini masih dijumpai penebangan hutan bakau di bantaran sungainya, hingga tepi sungainya kelihatan seperti daratan. Hal ini mengakibatkan penampang sungai menjadi sempit dan tidak mampu menampung debit air yang harus dialirkan oleh sungai ini. Terlebih lagi jika terjadi hujan dan banjir, akan terjadi peluapan dan membahayakan daerah yang ada di sekitarnya. Untuk itu maka diperlukan usaha menormalisasi sungai, agar bisa mengembalikan kondisi dan fungsi sungai yang ada.

2.2.2 Sistem sungai

Sistem sungai merupakan salah satu sistem kecil yang berada didalam sistem hidrologi, Sistem sungai merupakan gabungan dari beberapa sub sistem sungai itu sendiri yang terdiri dari sumber sedimen, tributary, gabungan alur sungai, aliran sungai, tanggul alam, delta, estuari, endapan bar, *channel*, *oxbow lake*, dan kelokan sungai meander.



Gambar 3.1-1 Sistem sungai

(www.ccge.org/resources/learningcentre/classroomactivities/riversystem.asp)

2.3 Daerah aliran sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi bentuk topografi (punggng bukit), di mana seluruh curah hujan di bagian dalamnya mengalir ke satu sungai (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986)

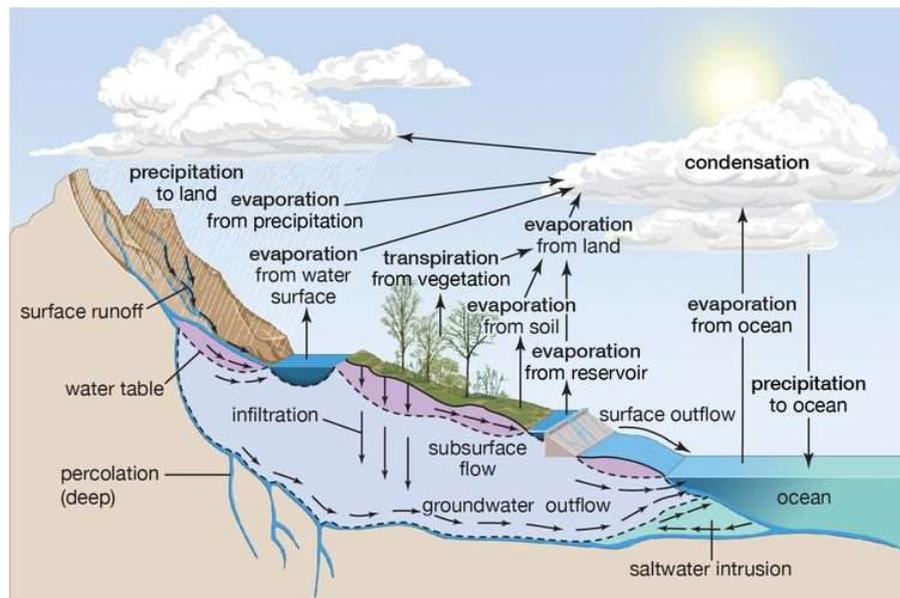
Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan Air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Undang-undang Sumber Daya Air, 2019).

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu bentang alam atau wilayah daratan yang menangkap atau menerima air hujan, dan sebagian air yang tertangkap tersebut mengalir secara alami ke ceruk-ceruk lahan yang lebih rendah pada tempat tertentu ke sungai dan anak-anak sungainya, atau ke danau, rawa, waduk dan sejenisnya atau ke laut, wilayah dimaksud dibatasi oleh pemisah topografis yang berupa punggung-punggung bukit atau perbukitan sebagai batas hulunya, sedangkan batas hilirnya sampai dengan daerah perairan laut yang masih terpengaruh aktifitas daratan (Anshori, 2017)

Daerah Aliran Sungai (DAS) secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama mengalir ke laut atau danau. Linsley (1980) menyebut DAS sebagai *“A river of drainage basin in the entire area drained by a stream or sistem of connecting streams such that all stream flow originating in the area discharged through a single outlet”*. Sementara itu IFPRI (2002) menyebutkan bahwa *“A watershed is a geographic area that drains to a common point, which makes it an attractive unit for technical efforts to conserve soil and maximize the utilization of surface and subsurface water for crop production, and a watershed is also an area with administrative and property regimes, and farmers whose actions may affect each other’s interests”*.

Dari definisi di atas, dapat dikemukakan bahwa DAS merupakan ekosistem, dimana unsur organisme dan lingkungan biofisik serta unsur kimia berinteraksi secara dinamis dan di dalamnya terdapat keseimbangan inflow dan outflow dari material dan energi. Selain itu pengelolaan DAS dapat disebutkan merupakan suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan sumber daya alam (SDA) yang secara umum untuk mencapai tujuan peningkatan produksi pertanian dan kehutanan yang optimum dan berkelanjutan (lestari) dengan upaya menekan kerusakan seminimum mungkin agar distribusi aliran air sungai yang berasal dari DAS dapat merata sepanjang tahun.

Dalam pendefinisian DAS pemahaman akan konsep daur hidrologi sangat diperlukan terutama untuk melihat masukan berupa curah hujan yang selanjutnya didistribusikan melalui beberapa cara seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Konsep daur hidrologi DAS menjelaskan bahwa air hujan langsung sampai ke permukaan tanah untuk kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi dan air infiltrasi, yang kemudian akan mengalir ke sungai sebagai debit aliran.



Gambar 2.3-1 Siklus hidrologi (Anshori, 2017)

Dalam mempelajari ekosistem DAS, dapat diklasifikasikan menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. DAS bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak

terdegradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah hujan. DAS bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau. DAS bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah. Keberadaan sektor kehutanan di daerah hulu yang terkelola dengan baik dan terjaga keberlanjutannya dengan didukung oleh prasarana dan sarana di bagian tengah akan dapat mempengaruhi fungsi dan manfaat DAS tersebut di bagian hilir, baik untuk pertanian, kehutanan maupun untuk kebutuhan air bersih bagi masyarakat secara keseluruhan. Dengan adanya rentang panjang DAS yang begitu luas, baik secara administrasi maupun tata ruang, dalam pengelolaan DAS diperlukan adanya koordinasi berbagai pihak terkait baik lintas sektoral maupun lintas daerah secara baik.

2.3.1 Kondisi daerah tangkapan air

Daerah tangkapan air di bagian hulu yang berada di lereng Gunung Arjuna dalam kondisi kritis karena adanya penggundulan hutan. Potensi longsor dibagian hulu sangat tinggi mengingat jenis tanahnya merupakan tanah lempung berpasir yang mudah tererosi. Anak-anak Sungai Kedunglarangan yang berasal dari mata air yang berada di lereng Gunung Arjuna saat kemarau sebagian ada yang tidak ada aliran airnya (sungai intermitten) yang tersisa hanya pasir, kerikil dan batu-batu.

Berdasarkan penggunaan lahannya wilayah DAS Kedunglarangan sebagian besar merupakan wilayah sawah, kemudian permukiman, tegalan/ ladang, lahan kosong, perkebunan, hutan, tambak, rawa dan lain-lain.

2.4 Banjir dan pengendaliannya

Banjir adalah peristiwa bencana alam yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Pengarahan banjir Uni Eropa mengartikan banjir sebagai perendaman sementara oleh air pada daratan yang biasanya tidak terendam air. Dalam arti "air mengalir", kata ini juga dapat berarti masuknya pasang laut.

Banjir adalah suatu peristiwa dimana level air sungai meluap dan menggenangi daerah di sekitarnya yang dapat menyebabkan kematian, kerugian harta benda, dan kerugian ekonomi karena terganggunya kegiatan ekonomi.

Peristiwa banjir tidak hanya timbul karena perubahan iklim global saja, melainkan ada beberapa faktor pemicu, antara lain:

- Perubahan tata guna lahan sebagai dampak pertumbuhan penduduk
- Perambahan hutan
- Ketersediaan infrastruktur yang kurang memadai
- Pengabaian program pemeliharaan
- Pengabaian *Law Enforcement*
- Pengabaian terhadap kearifan lokal

Upaya mengurangi resiko terhadap banjir harus dilakukan secara menyeluruh dan penuh keterpaduan antar instansi, meliputi:

- Pengelolaan tata ruang wilayah secara konsisten
- Pengelolaan SDA terpadu yang dilandasi oleh adanya kejelasan pola pengelolaan dan rencana pengelolaan SDA yang berbasis wilayah sungai
- Penyediaan prasarana SDA yang memadai baik daerah hulu, tengah dan hilir
- Penataan permukiman di daerah bantaran sungai
- Penelitian dan pengembangan teknologi peresapan air hujan kedalam tanah untuk mengurangi run off

Dalam pembahasan kajian ini lebih difokuskan dalam penyediaan prasarana Sumber daya air:

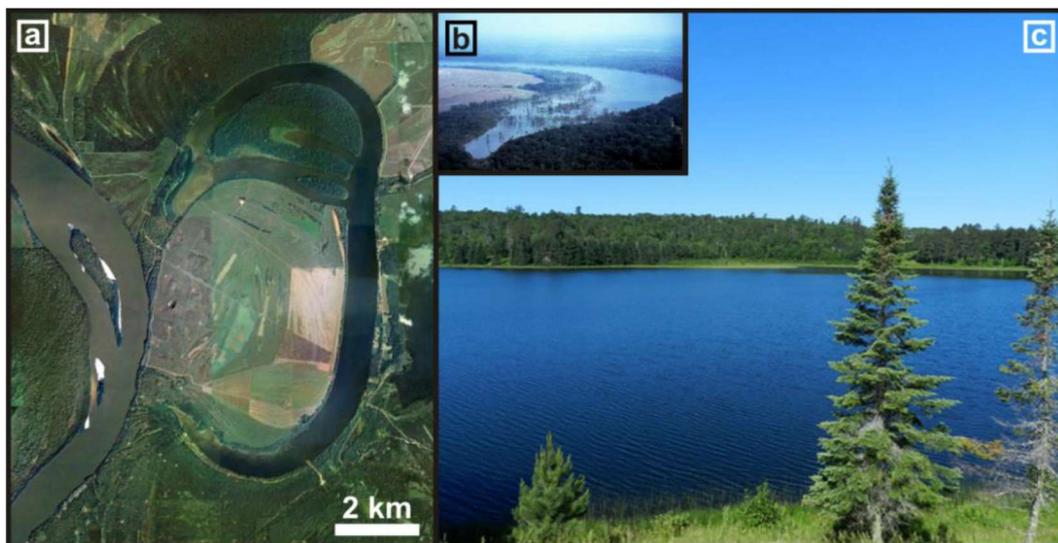
- Suplesi/ sudetan
- Kolam retensi
- Normalisasi
- Sistem drainase
- Konservasi daerah hulu

Parameter penanganan meliputi hal sebagai berikut:

- Genangan, meliputi tinggi genangan, luas genangan dan lama genangan terjadi.
- Frekuensi terjadinya genangan setiap tahunnya.
- Gangguan/ kerugian ekonomi, dihitung perkiraan kerugian atas fasilitas ekonomi yang ada, seperti: kawasan industri, fasum, fasos, perkantoran, perumahan, daerah pertanian dan pertamanan.
- Gangguan sosial, seperti: kesehatan masyarakat, keres han sosial dan kerusakan lingkungan.

2.4.1 Suplesi/ sudetan

Suplesi/ sudetan adalah Adalah saluran yang berfungsi membawa/ mengalirkan air yang disuplesikan ke saluran pembawa atau ke sungai. Rencana pembuatan suplesi/ sudetan dimaksudkan untuk meneruskan aliran dari sumber banjir menuju pembuangan langsung ke laut. Menyudet sungai yang bermeander di tempat-tempat tertentu menyebabkan air sungai tersebut tidak melewati meander lagi namun melintas langsung melewati saluan sudetan baru. Tujuannya adalah untuk mempercepat aliran air menuju ke hilir sekaligus mendapatkan tanah untuk pertanian sarta mengurangi banjir lokal. Indikasi dampak negatif dari sudetan adalah retensi tahanan aliran berkurang, peningkatan banjir dan sedimentasi di daerah hilir, dan erosi di daerah hulu.



Gambar 2.4-1 Danau ladam (*oxbow*) di Mississippi, USA (Dieras, 2013)

2.4.2 Kolam retensi

Kolam retensi adalah prasarana drainase yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan di suatu wilayah (Yuwono, 2012).

Kolam dibuat untuk menggantikan fungsi lahan resapan yang sudah tidak bisa lagi menjalankan fungsinya dengan maksimal dikarenakan banyak hal. Misalnya saja lahan resapan yang tertutup, lahan resapan yang berubah fungsi menjadi kawasan perumahan dan perkantoran serta beberapa penyebab lainnya. Kolam retensi merupakan daerah sebagai penyimpan sementara air banjir dan dikelola pada saat air sudah surut. Kolam retensi akan ditempatkan pada daerah-daerah yang sudah menjadi langganan banjir dan produktifitas lahannya kurang maksimum. Perencanaan Kolam retensi akan ditempatkan di desa Kedungboto dan Bangiltak. Tujuannya adalah untuk menampung sementara banjir yang diakibatkan dari meluapnya Sungai Wrati.

2.4.3 Normalisasi

Normalisasi adalah kegiatan untuk memperbaiki saluran dan sarana drainase lainnya termasuk bangunan pelengkap sesuai dengan kriteria perencanaan (Yuwono, 2012). Kegiatan normalisasi sungai bertujuan untuk melancarkan aliran air sehingga banjir cepat terkuras dan menghindari air terdiam.

2.4.4 Sistem drainase

Drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima (Yuwono, 2012).

Sistem drainase lokal adalah saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti komplek, areal pasar, perkantoran, areal industri dan komersial.

Sistem drainase utama adalah jaringan saluran drainase primer, sekunder, tersier beserta bangunan pelengkap yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat (Yuwono, 2012).

Sistem drainase adalah suatu jaringan prasarana beserta pelengkap yang berfungsi untuk mengalirkan air atau kelebihan air (*run off*) dari suatu kawasan ke penampung air atau saluran untuk menghindari terjadinya genangan.

Sistem drainase bertujuan untuk system pembuangan yang efektif, agar air genangan cepat surut. Genangan banjir yang terjadi saat ini biasanya 1 – 2 minggu

baru surut khususnya di Desa Kalianyar, kejadian ini sering terjadi sehingga perlu dilakukan kegiatan alternative supaya tidak terulang lagi adanya genangan yang terlalau lama. Untuk itu direncanakan system drainase di daerah tersebut.

2.4.5 Konservasi daerah hulu

Konservasi Sumber Daya Air adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi Sumber Daya Air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang (Undang-undang Sumber Daya Air, 2019). Konservasi daerah hulu maksudnya adalah upaya memelihara daerah hulu untuk menjaga keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi daerah hulu.

Besar kecilnya debit air yang masuk ke sungai tergantung dari kondisi hulunya. Dari fungsi hidrologi daerah hulu akan memberikan variabel dalam besar kecil limpasan. Semakin hutan lebat dan tata guna lahannya baik maka air hujan akan banyak tersimpan dan limpasan menjadi kecil. Apabila hutan sudah hampir gundul dan tata guna lahan sudah banyak berubah fungsi maka air hujan akan sedikit tersimpan dan limpasan menjadi besar. Saat ini tata guna lahan baik di hulu Kedunglarangan maupun hulu Wrati sudah banyak berubah. Hutan semakin kecil dan pembangunan (pemukiman, industry dan lain-lain) semakin luas, sehingga nampak bahwa banjir sering terjadi.

Salah satu kegiatan untuk mengurangi banjir adalah dengan menghidjaukan kembali dan mengembalikan lagi fungsi dari hulu sebagai daerah resapan. Kegiatan ini bisa kita lakukan dengan reboisasi (konservasi).

2.5 Cost-benefit analysis

Cost Benefit Analysis (CBA) adalah alat keputusan yang diambil pembuat keputusan untuk menentukan apakah proyek publik, program kegiatan atau kebijakan harus dilakukan atau untuk menilai program publik secara retrospektif untuk menentukan apakah program harus dilanjutkan, dikembangkan atau ditinggalkan. Hal ini didasari keterbatasan sumber daya dengan permintaan barang dan jasa hampir tak terbatas, sehingga pembuat kebijakan membuat pilihan tentang kisaran dan tingkat barang dan jasa yang disediakan. Analisa biaya dan manfaat ini

membandingkan “manfaat” dari keputusan kebijakan publik terhadap “biaya”nya dan keputusan yang mendukung dimana manfaat bersih adalah positif, mengalokasikan sumber daya yang terbatas diantara alternatif yang lain. Namun hal ini penuh dengan dilema filosofis dan konseptual, serta masalah implementasi empiris. Oleh karena itu *Cost Benefit Analysis (CBA)* harus dilihat sebagai bantuan/alat dalam pengambilan keputusan publik bukan preskriptis.

2.6 Analisa Ekonomi

Kelayakan ekonomi dilaksanakan sebagai berikut:

- Hitung biaya kerugian akibat banjir atau genangan.
- Hitung rencana biaya pembangunan operasi dan pemeliharaan.
- Buat analisis ekonomi dan keuangan (besaran IRR, NPV, dan BCR)

Dalam evaluasi ekonomi ini asumsi yang harus diperhatikan adalah :

- Umur Proyek
- Faktor koreksi (dari harga finansial keharga ekonomi) baik untuk arus biaya maupun manfaat / keuntungan proyek
- Nilai tukar rupiah terhadap dolar, Biaya ekonomi proyek yang dimasukan adalah Biaya persiapan, Biaya pekerjaan Sipil, Layanan Jasa Konsultan, Biaya Administrasi dan Biaya O & P. Sedangkan biaya pembebasan lahan dan *price contingency* tidak dimasukan.

2.6.1 Discounted cash flow

Discounted Cash Flow (DCF) adalah alternatif metode penggunaan kapitalisasi langsung. DCF ini menghitung (*present value*) dari arus kas proyek masa depan yang diharapkan untuk memperkirakan (*current value*) nilai sekarang untuk sebuah proyek (Miles, et al., 2015).

Dengan membagi NOI (*Net Operating Income*) untuk tahun ke-1 dengan tingkat kapitalisasi, metode ini akan menurunkan harga tunai di masa depan pada tingkat pengembalian investasi yang diinvestasikan agar memperhitungkan nilai waktu uang (*Time Value of Money*) pada perkiraan waktu proyek yang diharapkan.

Dalam analisis DCF arus kas jangka pendek dinilai lebih tinggi daripada arus kas jangka panjang. Perbedaan ini meningkat seimbang dengan tingkat pengembalian yang dibutuhkan.

2.6.2 Net Present Value (NPV)

Perbedaan antara nilai pasar investasi dan biayanya disebut Net Present Value dari investasi, disingkat NPV (Stephen A. Ross, 2013). Menghitung arus kas tahunan (*annual cash flow*) dan hasil ekspektasi dari penjualan yang diharapkan, investor menentukan tingkat diskonto (*discount rate*) yang akan digunakan untuk menghitung *present value* dari *cash flow*. *Discounting* masing-masing *cash flow* ditarik kembali pada tahun ke-0. Kemudian kesemuanya dikurangkan dengan *initial investment* (*total development cost*). Setelah itu didapat *Net Present Value* (NPV) negatif atau positif (Miles, et al., 2015).

Jika NPV positif, analisa menunjukkan bahwa investor harus bergerak maju dengan proyek karena tingkat pengembalian yang diharapkan melebihi tingkat diskonto (merupakan pengembalian yang sesuai untuk tingkat risiko ini. Jika NPV negatif tidak mengartikan bahwa proyek akan kehilangan uang, hanya saja hal ini tidak diharapkan bisa mencapai keinginan investor terhadap suatu nilai pengembalian (Miles, et al., 2015). Hal ini menunjukkan bahwa jika NPV positif menandakan investor dapat terus menjalankan proyek akan tetapi jika negatif proyek tersebut tidak layak untuk dijalankan.

NPV ini dinyatakan dengan rumus:

$$PV = \sum_{n=1}^N \frac{ECFn}{(1+r)^n} \quad \text{Rumus 2.6-1}$$

PV = *Present Value*

N = Jumlah Periode

n = Periode khusus

ECF = Arus kas yang diharapkan

r = Tingkat pengembalian yang diinginkan

Jika nilai *Present Value* (PV) diketahui dan perkiraan arus kas diperkirakan, maka penyelesaian tingkat pengembalian yang diinginkan (r) dapat diketahui.

2.6.3 Benefit Cost Ratio (BCR)

Perhitungan lain yang dilakukan adalah menghitung Ratio Keuntungan dan Biaya (B/C ratio) dengan menggunakan Rumus:

$$BCR = \frac{Penerimaan}{Pengeluaran}$$

Rumus 2.6-2

2.6.4 *Sensitivity Analysis*

Meskipun sebuah proyek menghasilkan NPV positif atau IRR yang menguntungkan, investor melakukan Analisa Sensitivitas (*Sensitivity Analysis*) untuk menentukan seberapa sensitifnya perhitungan kelayakan investasi yang dilakukan terhadap perubahan asumsi yang mendasarinya (Miles, et al., 2015).

Tahapan Analisa Sensitivitas dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mengukur kepekaan batas kelayakan dilakukannya investasi dari hasil analisa jika terjadi perubahan atau kekeliruan terhadap suatu nilai variabel yang berpengaruh. Faktor yang akan di uji cobakan untuk tingkat sensitivitasnya antara lain:

- Pengaruh waktu investasi
- Pengaruh kegiatan terhadap manfaat
- Kenaikan biaya operasional

2.7 **Konsep biaya pengendalian banjir Sungai Kedunglarangan**

Biaya dalam optimalisasi pengendalian banjir diwilayah Kabupaten Pasuruan ini meliputi:

1. Biaya desain
2. Biaya biaya konstruksi
3. Biaya biaya operasional
4. Sedangkan biaya pembebasan lahan dan *price contingency* tidak dimasukan

2.8 **Konsep manfaat pengendalian banjir Sungai Kedunglarangan**

Dari rencana pembuatan sarana prasarana dalam optimalisasi pengendalian banjir Kedunglarangan, manfaat yang diperoleh dari kegiatan yang dilakukan antara lain:

Tabel 2.8-1 Manfaat kegiatan optimalisasi sungai

Kegiatan	Manfaat
Suplesi/ sudetan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waktu pengurusan daerah genangan relative pendek 2. Ketinggian banjir rendah 3. dapat digunakan sebagai sumber air baku, wisata dan perikanan
Kolam retensi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Air banjir akan tersimpan sementara 2. Bisa dimanfaatkan sebagai air baku 3. Dijadikan tempat wisata 4. Perikanan 5. Meningkatkan mata pencaharian penduduk sekitar
Normalisasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Air banjir akan cepat terkuras 2. Dapat digunakan sebagai sumber air baku 3. Dapat digunakan sebagai area wisata 4. Sebagai tempat perikanan
Sistem drainase	<ol style="list-style-type: none"> 1. Genangan air cepat terkuras
Konservasi daerah hulu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Banjir berkurang 2. Hutan hijau kembali

2.9 Konsep optimalisasi pengendalian banjir Sungai Kedunglarangan

Konsep optimalisasi yang akan dirasakan dari kegiatan penanganan banjir di Kedunglarangan ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan penghasilan dengan merubah pola pertanian, dari tanaman padi/palawija ke perikanan.
2. Bencana banjir dirasakan tidak terlalu lama.
3. Pendeknya waktu genangan banjir, masyarakat terhindar dari penyakit.
4. Kehidupan perkeonomian dengan cepat berjalan dengan baik.

2.10 Kajian penelitian terdahulu

Yoktan Sudamara melakukan kajian tentang Optimasi Penanggulangan Bencana Banjir di Kota Manado dalam jurnalnya dengan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) sebagai alat untuk menentukan bobot prioritas dari setiap faktor resiko dalam upaya untuk meminimalkan resiko terjadinya bencana banjir, untuk mengambil keputusan yang efektif. Dalam penelitiannya ditentukan bobot prioritas

dari setiap faktor resiko dalam upaya untuk meminimalkan resiko terjadinya bencana banjir. Metoda yang dilakukan menggunakan Identifikasi Tingkat Resiko (*Risk Level*) dan (*Analytic Hierachy Process/AHP*). Hasil yang diperoleh adalah pembobotan faktor resiko yang menyebabkan banjir antara lain: Kebiasaan Masyarakat (52%), Daerah Resapan (17%), Pengelolaan DAS (17%), Aliran Permukaan (13), Pendangkalan Sungai (4%). Meminimalkan resiko terjadinya bencana banjir di Kota Manado adalah menghilangkan/ mereduksi kebiasaan masyarakat yang menjadi faktor utama, selanjutnya faktor daerah resapan, pengelolaan DAS, aliran permukaan dan pendangkalan sungai, sehingga pada tahap pelaksanaannya disusun langkah-langkah yang harus dilakukan berdasarkan variabel-variabel dengan bobot tertinggi.

2.11 Posisi Penelitian

Posisi penelitian ini yang membedakan terhadap penelitian terdahulu adalah:

1. Obyek penelitian berbeda dengan penelitian terdahulu yaitu sistem Sungai Kedunglarangan dan metoda yang dilakukan menggunakan analisa manfaat dan hasil yang diperoleh adalah urutan kegiatan yang dilakukan berdasarkan biaya yang dikeluarkan dan manfaat yang diperoleh.
2. Kajian yang dilakukan terhadap obyek penelitian adalah melakukan optimalisasi terhadap sistem sungai Kedunglarangan supaya dapat mengurangi banjir yang terjadi di Kabupaten Pasuruan.
3. Analisa kelayakan investasi dilakukan dengan pertimbangan memberikan gambaran biaya yang dikeluarkan dan manfaat yang diperoleh dalam menjalankan suatu investasi.
4. Uji sensitivitas terhadap pengaruh waktu investasi, pengaruh kegiatan terhadap genangan, pengaruh biaya terhadap manfaat kegiatan, kenaikan biaya operasional guna mengetahui kepekaan batas kelayakan dilakukannya investasi proyek.
5. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui batasan seberapa layak untuk dilakukan atau tidak dilakukan terhadap investasi.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah langkah dan prosedur yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan dan mendapatkan jawaban atas permasalahan dalam penelitian. Langkah dan prosedur ini merupakan perwujudan dari kerangka pikir penelitian.

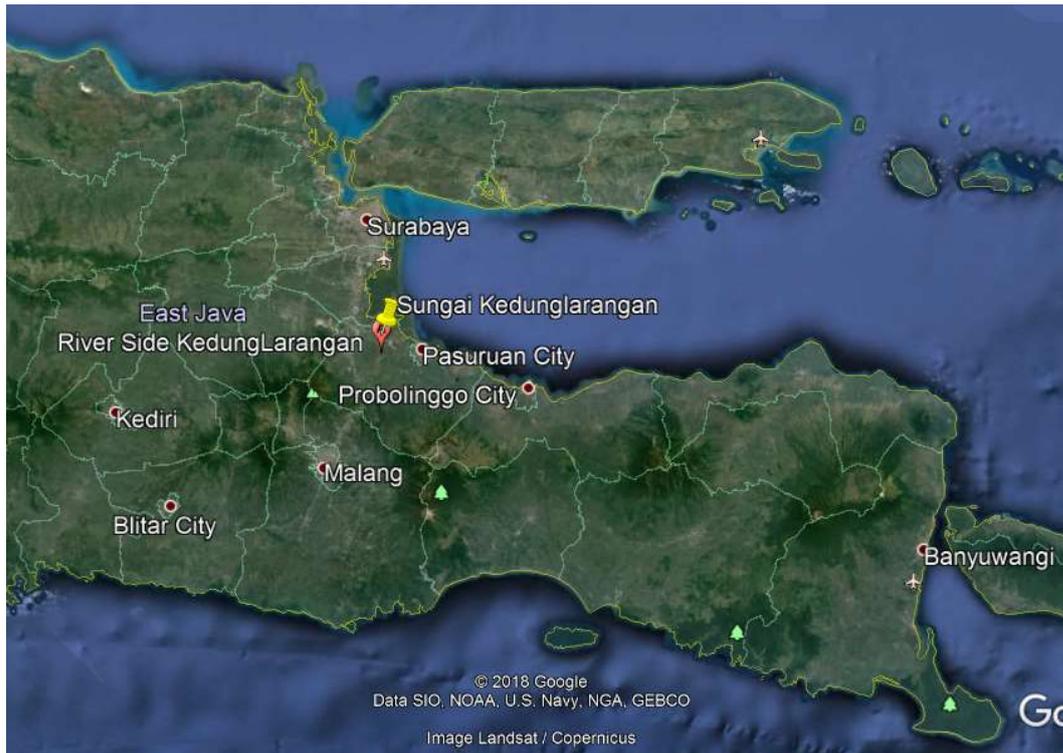
3.1 Gambaran umum wilayah penelitian

Secara geografis kabupaten Pasuruan terletak diantara 1120 33' 55" s/d 1130 30' 37" BT dan 70 32' 34" s/d 80 30' 20" LS. Kabupaten Pasuruan mempunyai luas daerah administrasi sebesar 1.474 Km² atau 147.401,50 Ha yang terbagi menjadi 24 kecamatan, 341 desa dan 24 kelurahan, dengan batas administrasi sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kota Pasuruan, Selat Madura dan Kabupaten Sidoarjo
- Sebelah Selatan : Kabupaten Malang
- Sebelah Timur : Kabupaten Probolinggo
- Sebelah Barat : Kabupaten Mojokerto, Kota Batu

Wilayah DAS Sungai Kedunglarangan dan Sungai Wrati meliputi Kecamatan Prigen, Kecamatan Sukorejo, Kecamatan Pandaan, Kecamatan Beji dan Kecamatan Bangil. Di bagian hulu yaitu di Kecamatan Prigen merupakan wilayah pegunungan dengan elevasi +2000 m sampai dengan +3000 m dari muka air laut.

Lokasi penelitian adalah sistem Sungai Kedunglarangan meliputi Sungai Bangiltak, Sungai Wrati, dan Sungai Kedunglarangan itu sendiri yang sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Pasuruan dan sebagian kecil Kabupaten Sidoarjo.



Gambar 3.1-1 Peta lokasi Penelitian

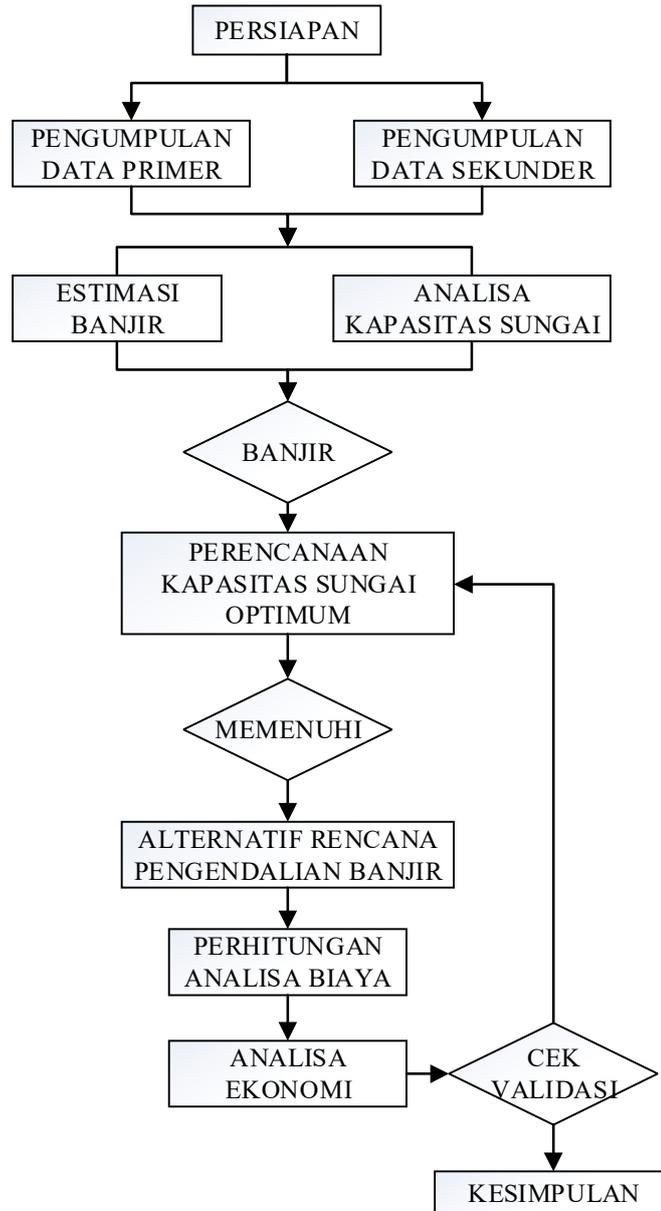
3.2 Diagram alir penelitian

Alur tahapan kegiatan dalam penelitian ini berawal dari latar belakang terjadinya banjir di Kabupaten Pasuruan khususnya sistem Sungai Kedunglarangan, sehingga dibuat kajian sebagai solusi sumber alternatif dalam hal mengatasi permasalahan banjir yang berada di Kabupaten Pasuruan dan sebagian wilayah Jabon kabupaten Sidoarjo.

Diperlukan suatu analisa dan kajian terhadap kegiatan /investasi yang dilakukan untuk mengukur atau menilai suatu kelayakan dan kewajaran kegiatan atau investasi terhadap kegiatan tersebut. Kajian yang dilakukan menggunakan metoda analisa biaya dan manfaat, analisan ini merupakan perbandingan antara biaya yang dikeluarkan dalam suatu kegiatan atau investasi dengan manfaat yang diperoleh. Kemudian dilakukan analisa sensitifitas terhadap kajian yang dilakukan.

Dari serangkaian alur penelitian dibuatkan kesimpulan terhadap hasil penelitian dan dibuatkan saran guna penyempurnaan penelitian selanjutnya.

Berikut adalah alur tahapan kegiatan penelitian:



Gambar 3.2-1 Diagram Alur Penelitian

3.3 Tahapan penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian diperlukan perencanaan tahapan kegiatan yang akan dilakukan. Tahapan penelitian pada Optimalisasi Pengendalian Banjir Sistem Sungai Kedunglarangan berdasarkan analisa biaya dan manfaat adalah sebagai berikut:

3.2.1 Pengumpulan data

Penelitian yang dilaksanakan pada tahap awal adalah memperoleh data melalui kajian pustaka dan dokumen yang berkaitan langsung dengan penelitian. Untuk mendukung penelitian perlu dilakukan pengumpulan data-data di lapangan, antara lain dengan melakukan:

1. Pengumpulan data primer.

Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi lapangan untuk mengumpulkan informasi tentang keberagaman dan kecenderungan kondisi sekitar sungai, perlintasan, sempadan sungai atau kondisi lingkungan di sekitar lokasi yang diperlukan dalam penelitian. Survey yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan data primer antara lain:

- a. Survey Alur Sungai
- b. Survey Potensi dan Masalah Sungai
- c. Survey Pengukuran
- d. Survey Penyelidikan Tanah
- e. Survey Permasalahan Banjir dan Genangan
- f. Survey Sosial Ekonomi Lingkungan Sungai
- g. Survey Kepemilikan Lahan

2. Pengumpulan data sekunder.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak-pihak/instansi terkait yang mengelola daerah studi. Dapat juga diperoleh dari studi terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Data sekunder ini dapat berupa angka dan gambar, laporan serta kajian yang dimiliki oleh instansi pemerintah, asosiasi dan perusahaan swasta yang terkait dengan topik penelitian.

Beberapa data sekunder tersebut dapat diambil dari:

- a. Peta Daerah Aliran Sungai
- b. Rencana tata ruang wilayah Kabupaten Pasuruan.
- c. Data genangan wilayah terdampak atau peta daerah rawan banjir
- d. Peta Topografi, Hidrologi, Meteorologi.
- e. Kajian Sungai Kedunglarangan BBWS Brantas
- f. Data Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Pasuruan

- g. Data Renstra jangka menengah BBWS Brantas
- h. Peraturan pemerintah dan regulasi terkait lainnya.
- i. Buku-buku, laporan, jurnal dan data lain-lain yang terkait dengan penelitian ini.
- j. Hasil penelitian sebelumnya.

Dari data primer dan sekunder tersebut diatas diharapkan dapat memberikan dukungan yang cukup untuk tahapan optimalisasi pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan di Bangil Pasuruan berdasarkan analisa biaya dan manfaat dari sejumlah alternatif yang ada.

3.2.2 Identifikasi, validasi dan verifikasi

Tahapan indentifikasi ini lebih cenderung untuk melakukan identifikasi masing-masing data primer dan sekunder yang diperoleh untuk dapat dikelompokkan bedasar klasifikasi tertentu. Selanjutnya dari data-data yang sudah terklarifikasi tersebut dilakukan validasi data kembali guna pengecekan atas penyebaran, ketepatan, kecukupan dan ketersediaan data. Serta dilakukan uji validitas agar data yang diperoleh bisa sesuai dengan tujuan diadakannya pengukuran. Dari data yang sudah dapat disebut valid tersebut kemudian diverifikasi untuk dapat ditentukan faktor-faktor yang kemungkinan berpengaruh terhadap timbulnya biaya. Sehingga menyakinkan bahwa faktor yang diambil sebagai penentu biaya memang sudah sesuai dengan hasil obyek studi.

3.2.3 Estimasi dan analisa kapasitas sungai

Tahapan estimasi dan analisa kapasitas sungai ini dilakukan untuk mengidentifikasi dampak dari banjir yang telah terjadi, dari kegiatan ini diperoleh data untuk menentukan sejauh mana kapasitas sungai harus direncanakan agar banjir bisa direduksi.

3.2.4 Analisa Rencana pengendalian banjir

Tahapan analisa rencana pengendalian banjir dilakukan dari input data estimasi dan analisa kapasitas sungai, dari tahapan tersebut dilakukan penentuan alternatif pengendalian banjir yang sesuai dengan kondisi eksisiting, yaitu:

1. Normalisasi
2. Sudetan/suplesi
3. Kolam retensi

3.2.5 Analisa kelayakan investasi

Tahapan analisa kelayakan investasi ini dilakukan untuk menentukan kelayakan suatu investasi yang dilakukan. Pada kajian optimalisasi pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan ini merupakan Proyek Independen karena tujuan proyek ini adalah memberikan manfaat yang maksimal untuk pelayanan kepada masyarakat sehingga pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan tidak mempengaruhi proyek yang lain di wilayah kerja Balai Besar Wilayah Sungai Brantas. Sedangkan pemilihan skala prioritas dari alternatif diperoleh berdasarkan rasio biaya dan manfaat dimana manfaat terbesar dengan biaya terkecil yang merupakan prioritas utama dalam pemilihan alternatif. Analisa menggunakan perhitungan tingkat pengembalian suku bunga (EIRR), Keuntungan Biaya (NPV) dan *Benefit Cost Rasio* (B/C). Pembiayaan yang terjadi akibat dari pelaksanaan kegiatan/proyek tidak ikut diperhitungkan karena setiap dampak yang menimbulkan kerugian pada masyarakat sudah menjadi tanggung jawab pihak ketiga/penyedia jasa konstruksi.

- Bila NPV negative mempunyai indikasi bahwa tingkat pengembalian usulan lebih tinggi dari oppprtunity cost.
- NPV adalah nilai absolut, karena nilai terbesar NPV menunjukkan manfaat bersih tinggi
- Dapat digunakan ukuran atau indikator pemilihan terbaik diantara beberapa usulan alternatif yang disajikan.
- Tingkat dimana nilai sekarang (Manfaat kotor proyek) sama dengan biaya proyek, atau nilai netto (NPV) menjadi nol
- Ratio Keuntungan dan Biaya (B/C ratio), apabila rasio keuntungan lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan, investasi layak dilakukan.

3.2.6 Analisa sensitivitas

Tahapan Analisa Sensitivitas dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mengukur kepekaan batas kelayakan dilakukannya investasi dari hasil analisa jika terjadi perubahan atau kekeliruan terhadap suatu nilai variabel yang berpengaruh. Faktor yang akan di uji cobakan untuk tingkat sensitivitasnya antara lain;

- Pengaruh waktu pelaksanaan
- Pengaruh kegiatan terhadap genangan

- Pengaruh biaya terhadap manfaat kegiatan
- Kenaikan biaya operasional

3.2.7 Kesimpulan

Langkah terakhir dari penelitian ini adalah menyusun kesimpulan terhadap hasil dari analisa data. Kesimpulan ini menjawab permasalahan-permasalahan yang telah dibahas dalam bab sebelumnya.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4

PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Objek

Sungai Kedunglarangan merupakan salah satu sungai terbesar yang melintas di Kabupaten Pasuruan yang bermuara di Kecamatan Bangil bergabung dengan muara Sungai Wрати dan Sungai Bangiltak. Sungai Bangiltak berfungsi sebagai penerima limpasan banjir dari Sungai Porong, namun sudah sejak lama Sungai Bangiltak ini tidak dimanfaatkan sehingga orang sekitar sungai tersebut menyebut sebagai Kali Mati dan akibat perkembangan sosial penduduk sekitar sungai, saat ini Sungai Bangiltak telah mengalami alih fungsi yaitu sebagai lahan pertanian, lahan produksi batu bata, pemukiman, lapangan olahraga dan sebagainya.

DAS Sungai Kedunglarangan secara administratif berada di 7 (tujuh) wilayah kecamatan, 6 (enam) Kecamatan di Kabupaten Pasuruan yaitu Kecamatan Bangil, Kecamatan Pandaan, Kecamatan Prigen, Kecamatan Sukorejo, Kecamatan Rambang dan Kecamatan Gempol serta Kecamatan Jabon. Kabupaten Sidoarjo. Secara geografis Sungai Kedunglarangan terletak antara 07°45'30" LS dan 112°37'00"-112°52'30" BT dan batas-batas daerah pengaliran Sungai Kedunglarangan, adalah:

- Di sebelah Utara, berbatasan dengan Sungai Porong dan Selat Madura
- Di sebelah Selatan, berbatasan dengan wilayah Kabupaten Malang
- Di sebelah Timur, berbatasan dengan DPS Masangan
- Di sebelah Barat, berbatasan dengan wilayah Kabupaten Mojokerto *Cathment Area* Sungai Kedunglarangan.



Gambar 4.1-1 lokasi sungai kedunglarangan

Sungai Kedunglarangan memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan kali-kali lain pada umumnya. Kondisi yang ada bahwa Sungai Wрати and Sungai Bangiltak bertemu jadi satu masuk Sungai Kedunglarangan, dan kondisi Sungai Kedunglarangan setelah pertemuan memiliki morfologi yang berkelok-kelok, landai dan melingkar ke utara, di bagian ini terjadi pendangkalan akibat sedimentasi dan di beberapa ruas tertentu terjadi penyempitan serta adanya pengaruh pasang surut air laut. Disamping itu di muara sungai ini merupakan pantai selat Madura dimana di sepanjang pantai tersebut terjadi transport sedimen dari arah timur. Perlu diketahui bahwa potensi sedimen di pantai cukup besar, terutama dari Sungai Rejoso, Sungai Petung dan Sungai Welang. Dengan demikian akibat proses transport sedimen pantai tersebut muara Sungai Bangiltak akan mengalami penutupan. Hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah bahwa Sungai Kedunglarangan, Sungai Wрати and Sungai Kedunglarangan telah dimanfaatkan sebagai sumber air untuk irigasi sawah dan irigasi tambak, sehingga disepanjang sungai dijumpai beberapa pintu air sebagai intake dan bendung sebagai pengendali elevasi muka air. Memahami keadaan tersebut maka diperlukan penyelesaian secara komprehensif dengan mempertimbangkan kondisi yang telah ada tersebut di atas.

Ketiga sungai ini memiliki karakteristik yang berbeda, Bangil Tak merupakan sungai banjir dari Sungai Brantas, yaitu merupakan limpasan aliran banjir setelah kapasitas aliran Sungai Porong tidak mampu menampung aliran banjir dari pintu Kedung Cangkring, Gempol. Sementara Sungai Wрати memiliki DAS seluas 78.70 km². dari wilayah Kecamatan Beji, sebagian Kecamatan Gempol dan sebagian Kecamatan Pandaan. Dan panjang sungai utamanya adalah 7.3 km membujur ke timur-barat dengan kemiringan yang relatif datar. Sedangkan Sungai Kedunglarangan setelah bertemu dengan Sungai Wрати memiliki DAS seluas 243.41 km dari wilayah Kecamatan Beji, sebagian kecamatan Pandaan dan sebagian Kecamatan Prigen. Sedangkan luas DAS di bagian hilir setelah pertemuan dengan Sungai Wрати 39.25 km. Panjang sungai utamanya adalah 23,7 m dengan kemiringan yang relatif datar di bagian hilir dan di hulu lebih terjal, oleh karena itu dibagian hilir Sungai Kedunglarangan ini berpotensi banjir dan sedimentasi. Dan karena besarnya DAS yang dimiliki kali ini mengakibatkan kecepatan arus dan debit sungai menjadi besar sehingga menimbulkan kerusakan tebing sungai terutama di belokan. Aliran Sungai Kedunglarangan dan Bangil Tak berada pada 2 (dua) Kabupaten, yaitu Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Sidoarjo. Sebagian besar Sungai Kedunglarangan dan Bangiltak berada di wilayah Kabupaten Pasuruan dan hanya sedikit yang masuk wilayah administrasi Kabupaten Sidoarjo. Berikut data Desa dan Kecamatan yang berada di wilayah aliran DAS Sungai Kedunglarangan dan Bangiltak yang menjadi daerah langganan genangan banjir:

Kecamatan Bangil Kabupaten Pasuruan;

- Desa Masangan
- Desa Manarui
- Desa Kalianyar
- Desa Tambaan

Kecamatan Beji Kabupaten Pasuruan;

- Desa Gelanggang
- Desa Kedung Boto
- Desa Kedung Ringin
- Desa Pagak
- Desa Cangkring Malang

Kecamatan Jabon Kabupaten Sidoarjo;

- Desa Kedung Pandan
- Desa Semambung
- Desa Kupang

Kecamatan Gempol Kabupaten Sidoarjo;

- Desa Legok (hulu wrati)



Gambar 4.1-2 Wilayah Administratif Kabupaten Pasuruan

Wilayah hilir dari daerah aliran Sungai Kedunglarangan dan Bangiltak merupakan wilayah yang sudah menjadi langganan banjir. Banjir yang terjadi diakibatkan oleh beberapa penyebab. Hasil pengamatan dan informasi dari masyarakat yang ditemui dilapangan menjelaskan bahwa banjir tersebut disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya yaitu:

1. Sungai Bangiltak yang dulu berfungsi sebagai pengendali banjir, saat ini sudah tidak berfungsi lagi.
2. Sedimentasi baik dari lumpur maupun sampah dialur Sungai Kedunglarangan dan Sungai Wrati.
3. Adanya pendangkalan di daerah pertemuan sungai baik di delta antara Sungai Wrati dan Bangiltak maupun antara Sungai Wrati dan Kedunglarangan.

Banjir yang dirasakan oleh masyarakat sebagai suatu agenda yang rutin tahunan, karena setiap musim hujan (Oktober – Maret) selalu terjadi banjir. Bahkan akibat perubahan musim saat ini (survey dari bulan Mei – Agustus) ditemui juga banjir yang cukup parah. Banyak kerugian yang dirasakan oleh masyarakat dengan adanya banjir tersebut, baik dari aspek ekonomi maupun sosial. Dampak secara ekonomi dapat dilihat dari berhentinya aktivitas perekonomian masyarakat selama banjir.

Permasalahan banjir akan lebih terasa lagi apabila menimpa masyarakat yang bermatapencaharian sebagai petani. Lahan pertanian dan tambak masyarakat tidak bisa digarap bahkan tidak bisa dipanen diakibatkan oleh datangnya banjir. Apabila di wilayah studi terdapat dua kali masa tanam, maka biaya yang akan dikeluarkan semakin besar sementara produktivitasnya semakin menurun.

Banjir yang menimpa pada kondisi sosial ekonomi masyarakat yang masuk dalam kategori berpenghasilan rendah, maka kejadian banjir akan lebih terasa dalam penurunan kesejahteraan masyarakat. Kejadian banjir yang cukup rutin pada setiap musim hujan, dapat dipastikan mengakibatkan tingkat kesejahteraan masyarakat akan menurun.

Dampak banjir terhadap perkembangan pendidikan, tingkat kesehatan, dan tingkat penghasilan jelas-jelas memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam penurunan tingkat kesejahteraan masyarakat. Dapat digambarkan bahwa dimana anak usia sekolah akan mengalami gangguan mobilisasi sosial pada saat menuju sekolah untuk mengikuti pembelajaran. Ditambah dengan berhentinya proses belajar mengajar karena terjadinya banjir. Di wilayah studi ada beberapa sekolah yang tergenang akibat banjir dan mengakibatkan terhentinya aktivitas belajar. Dampaknya adalah kesempatan anak untuk memperoleh pengetahuan akan terhenti yang akan berpengaruh terhadap perkembangan intelektualnya.

Selain dampak terhadap pendidikan, masyarakat juga mengalami penurunan tingkat kesehatan. Beberapa penyakit muncul, terutama adalah penyakit kulit dan gatal-gatal. Akibatnya adalah biaya untuk pengobatan akan bertambah sementara penghasilan semakin berkurang.

Tanggapan dan aspirasi dari masyarakat baik secara sekitar lokasi Studi Optimalisasi maupun instansi-instansi terkait yang diundang, diantaranya adalah

mendukung penuh rencana optimalisasi pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan ini.

4.2 Sistem Sungai Kedunglarangan

Terdapat tiga sungai besar dan bermuara dalam satu sungai sebelum ke laut, yaitu Sungai Kedunglarangan, Sungai Wrati dan Sungai Bangiltak. Ketiga sungai ini bertemu menjadi satu dan mengalir ke laut pada Sungai Kuntulan. Selain itu Sungai Kuntulan ini menjadi muara dari beberapa sungai kecil lainnya yaitu Avoor Bawean, Sungai Golondoro, Sungai Kalanganyar (Perikanan) dan Sungai Masangan. Namun dalam penelitian ini dikonsentrasikan untuk menyelesaikan optimalisasi penanganan banjir pada sistem sungai utama yaitu sistem Sungai Kedunglarangan.

Sistem Sungai Kedunglarangan dibagi menjadi tiga sub sistem; sub sistem Sungai Kedunglarangan, sub sistem Sungai Wrati dan sub sistem Sungai Bangiltak. Karakteristik daerah aliran Sungai Kedunglarangan adalah sebagai berikut:

- Sub sistem Sungai Kedunglarangan mempunyai luas DAS 282,67 km², dengan panjang sungai utama (orde 1) 23.7 km.
- Bentuk DPS Sungai Kedunglarangan, berbentuk sejajar dengan jumlah anak sungai 13 (tiga belas) anak sungai.

Pada penelitian Optimalisasi pengendalian banjir pada DAS Sungai Kedunglarangan dibagi menjadi 4 (empat) sub DAS yaitu:

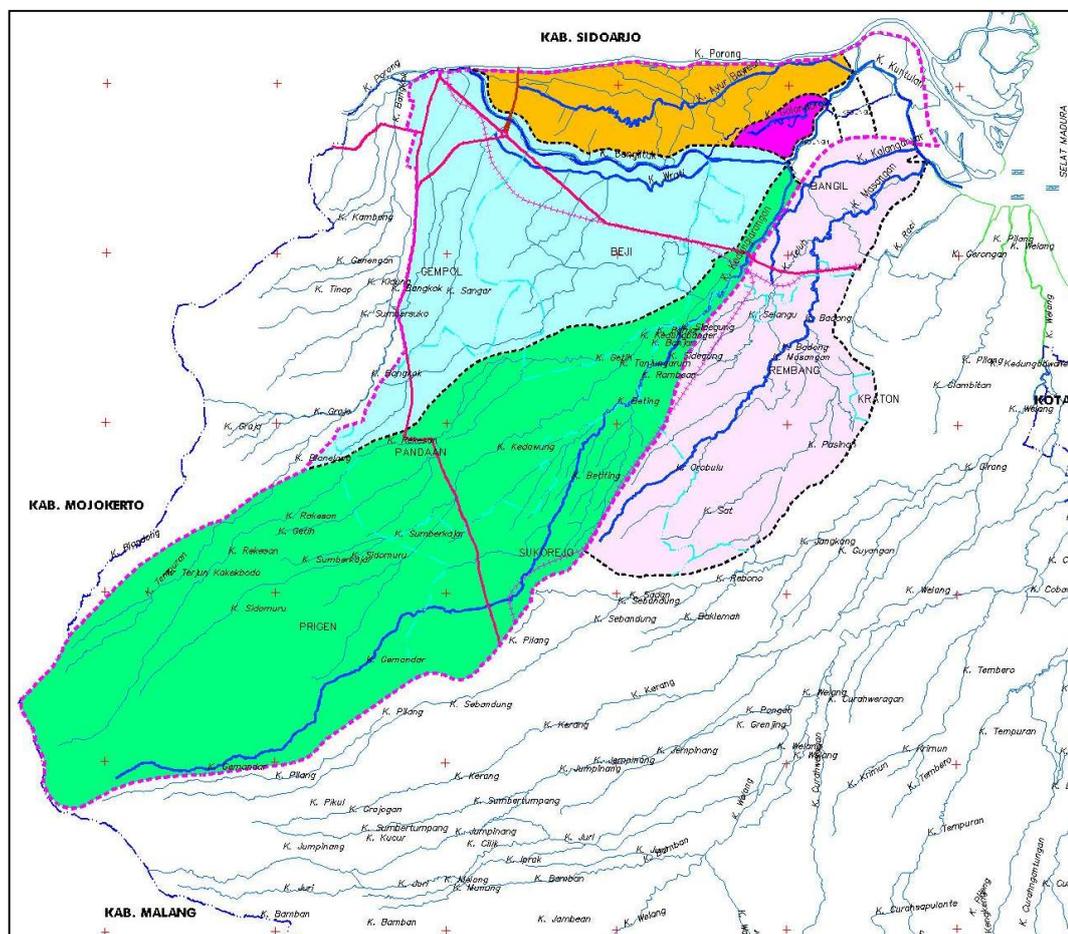
1. Sub Sistem Kedunglarangan hulu dengan luas DAS 164,71 km², panjang sungai utama 23,47 km.
2. Sub Sistem Wrati dengan luas DAS 78,70 km², panjang sungai utama 7,40 km.
3. Sub sistem Bangiltak merupakan sungai yang menampung limpasan banjir dari Sungai Porong dengan perkiraan banjir Maksimum sebesar $Q = 390 \text{ m}^3/\text{dt}$, panjang sungai hingga bertemu Sungai Wrati $\pm 12 \text{ km}$.
4. Sedangkan sungai-sungai kecil lainnya langsung masuk ke Sungai Kuntulan adalah:

Disebelah timur (kanan) Sungai Kuntulan terdapat Sungai Kalanganyar dengan panjang sungai utama 4,0 km dan Sungai Masangan dengan luas 61,3 km², panjang sungai utama 13,8 km. Sungai Golondro dengan luas CA 3,14 km. Sungai Golondro

dengan luas CA 3,14 km², panjang sungai utama 2,11 km. dan Avoor Bawean dengan luas CA 24,94 km², panjang sungai utama 8,17 km.

Tabel 4.2-1 Karakteristik DAS

Karakteristik DAS	Besaran Parameter					
	Kedunglarangan	Wrati	Masangan	Golondoro	Avur Bawean	Raci
Sungai						
Luas (A = km ²)	164.712	78.701	61.301	3.143	24.934	8.1237
Panjang sungai (L = km)	39.690	14.380	14.230	3.480	11.640	6.7542
Lc (L di titik berat)	17.861	7.909	7.827	1.914	6.402	3.715
Elevasi Hulu (m)	1395	25	25	5	25	40
Elevasi Hilir (m)	5	2	1	1	2	2
Beda tinggi (DH = m)	1390	23	24	4	23	38
Kemiringan sungai	0.03891	0.00178	0.00187	0.00128	0.00220	0.00625
C	0.53	0.66	0.54	0.25	0.64	0.66



Gambar 4.2-1 *Catchment Area* Dari Tiap DAS

4.3 Debit banjir rencana

Debit banjir yang direncanakan pada kajian penanggulangan banjir sistem sungai kedunglarangan menggunakan Q_{25} , debit rencana masing-masing sungai sebagai berikut:

Tabel 4.3-1 Debit rencana yang digunakan dalam perhitungan banjir

No	Nama Sungai	Debit Q_{25th}
1	Sungai Kedunglarangan	326,94 m ³ /dt
2	Sungai Wрати	255,57 m ³ /dt
3	Sungai Masangan	155,03 m ³ /dt
4	Sungai Raci	28,35 m ³ /dt

Sumber: BBWS Brantas

4.4 Analisa kerugian akibat banjir tahunan

Frekuensi banjir yang dialami oleh masyarakat di wilayah DAS Kedunglarangan bagian hilir terjadi 6 kali dalam setahun. Kegiatan pertanian di wilayah banjir tidak bisa berjalan sepanjang tahun, hanya bisa ditanami sekali dalam setahun. Bahkan belum sampai pada musim panen, sawah-sawah yang ada harus dipanen lebih awal karena kekhawatiran rusak akibat banjir. Kerugian petani akibat kegagalan panen dan tidak bisa bertanam padi ini adalah sekitar 6.5 juta pertahun untuk setiap hektarnya. Tidak hanya lahan pertanian, areal pemukiman, ladang/tegalan, tambak dan industri juga mengalami kerugian. Dengan adanya banjir, maka lahan tersebut tidak bisa berproduksi lagi.

Dengan asumsi-asumsi tentang dampak banjir maka banyak kerugian yang timbul akibat banjir. Kerugian yang muncul akibat banjir tahunan dapat diketahui pada Tabel 4.4 1.

Tabel 4.4-1 Kerugian dampak banjir

Uraian	Volume	Satuan	Frekuensi	Kerugian setiap banjir	Total Kerugian
Dampak terhadap lahan					
a. Industri	75.50	ha	6	15,000,000	6,795,000,000
b. Sawah	892.80	ha	2	42,218,000	75,384,460,800
c. Pemukiman	193.30	ha	6	146,477,500	169,884,604,500
d. Ladang/Tegal	14.10	ha	2	285,200,000	8,042,640,000
e. Tambak	1,966.70	ha	2	60,084,250	236,335,388,950
Pengobatan	19,317	kk	6	200,000	23,180,400,000
Tak bisa bekerja	19,317	org	6	140,000	16,226,280,000
Total	3,142.40	ha			535,848,774,250

Dari hasil analisis kerugian ekonomi di atas, maka akibat banjir akan mengeluarkan biaya sebesar 535 Milyar per-tahun. Kerugian sebesar di atas dapat dikurangi dengan melakukan berbagai alternative optimalisasi pengendalian banjir pada sistem Sungai Kedunglarangan.

4.5 Alternatif pengendalian banjir

Sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk mengkaji optimisasi penanganan banjir sistem Sungai Kedunglarangan, maka perlu dibuat konsep sebagai alternatif untuk mencari keuntungan yang paling maksimum. Jenis penanganan dan pembuatan bangunan akan dikaji dari segi jenis kegiatan, keuntungan dan kerugiannya. Selanjutnya akan dilakukan pemilihan kegiatan mana yang memiliki kegiatannya mudah dilaksanakan, keuntungannya maksimum dan kerugiannya minimum baik dari segi teknis, ekonomi dan sosial.

Terdapat 5 alternatif upaya pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan antara lain:

1. Suplesi/ sudetan
2. Kolam retensi
3. Normalisasi
4. Sistem drainase
5. Konservasi daerah hulu

Dalam kajian ini hanya membahas 3 alternatif upaya pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan yaitu Suplesi/ sudetan, Kolam retensi, Normalisasi.

4.5.1 Suplesi/ sudetan

Terdapat tiga lokasi dalam paketaan suplesi/ sudetan antara lain:

1. Sudetan 1 Sungai Masangan-Raci (Suplesi/ sudetan Raci)
2. Sudetan 3 Sungai Wрати-Bangil Tak (Suplesi/ sudetan Gondang Legi)
3. Sudetan 2 Sungai Kedunglarangan-Kalanganyar (Suplesi/ sudetan Kalanganyar)

1. Suplesi Sungai Masangan ke Sungai Raci (Suplesi/ sudetan Raci)

Kegiatan yang akan dilakukan dari pembuatan suplesi/ sudetan ini meliputi komponen-komponen sebagai berikut:

- Menyalurkan banjir Sungai Masangan ke Sungai Raci dengan memanfaatkan alur yang sudah ada.
- Menambah kapasitas tampungan sungai eksisting
- Membuat bangunan pengendalian banjir (pintu pengatur, groundsill, kirmir dan pengerukan)
- Melakukan pembebasan lahan

Pembuatan suplesi/ sudetan ini diharapkan dapat memberikan keuntungan sebagai berikut:

- Waktu pengurusan daerah genangan (Desa Masangan dan sekitarnya) relative pendek
- Ketinggian banjir rendah

Dampak yang akan terjadi akibat dibuatnya kanal-kanal di berbagai sungai tersebut di atas maka yang perlu diperhatikan adalah:

- Pembebasan lahan
- Pemindahan pemukiman
- Operasi dan pemeliharaan yang rutin

Suplesi/ Sudetan Raci dilakukan untuk membuang/ menguras kelebihan air dari Sungai Masangan yang selalu meluap dan membanjiri daerah sekitarnya. Dari Sungai Masangan akan dibuat pintu pengatur untuk membuka dan menutup aliran air yang akan dimasukan ke Sungai Raci. Penempatan pintu pengatur pada lokasi belokan Sungai Masangan sampai menuju Sungai Raci pada sekitar BM03 ($X = 702530,543$; $Y = 9160030,043$; $Z = 1,05$).

Tabel 4.5-1 Dimensi sudetan Raci

Nama Sudetan	Perencanaan 25									
	Panjang Saluran (L)	Lebar Saluran (b)	Kedalaman Air (h)	Luas Penampang (A)	Kemiringan Saluran (I)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Kecepatan (V)	Debit (Q)	Kebutuhan Lahan
	m	m	m	m ²	m	m	m	m/det	m ³ /det	m ²
Sudetan Raci	1,583	8.00	1.50	14.25	0.00	12.24	1.16	1.05	14.93	16,463

2. Suplesi Sungai Wрати ke Sungai Bangiltak (Suplesi/ sudetan Gondanglegi)

Kegiatan yang akan dilakukan dari suplesi ini meliputi komponen-komponen sebagai berikut:

- Membuat tanggul banjir (kirmir)
- Membuat bangunan infrastruktur pengendalian banjir (pintu pengatur)
- Melakukan pembebasan lahan

Dari rencana suplesi ini diharapkan akan memberikan keuntungan sebagai berikut:

- Air banjir dari Sungai Wрати akan berkurang
- Bangiltak dapat digunakan sebagai sumber air baku, wisata dan perikanan

Dampak yang akan terjadi akibat dibuatnya suplesi di berbagai sungai tersebut di atas maka yang perlu diperhatikan adalah:

- Pembebasan lahan
- Pemindahan pemukiman
- Biaya Operasi dan pemeliharaan yang rutin

Untuk mengurangi volume air dari Sungai Wrati, maka perlu dikurangi agar tidak terjadi luapan air. Untuk itu perlu dibuang dan dimasukkan ke sungai lain. Direncanakan kelebihan air ini akan dialirkan ke Bangiltak dengan membuat bangunan suplesi. Supaya mempercepat masuknya air dari Sungai Wrati ke Bangiltak maka akan dibuat beberapa suplesi.

Sudetan Gondanglegi merupakan saluran yang akan dimanfaatkan untuk mengalirkan kelebihan air dari Sungai Wrati ke Sungai Bangiltak. Sudetan ini berada di Desa Gondanglegi, secara topografi bertepatan pada posisi titik P.127 (Sungai Wrati) menuju ke Sungai Bangiltak pada titik BT.22.

Tabel 4.5-2 Dimensi Sudetan Gondanglegi

Nama Sudetan	Perencanaan 25									
	Panjang Saluran (L)	Lebar Saluran (b)	Kedalaman Air (h)	Luas Penampang (A)	Kemiringan Saluran (I)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Kecepatan (V)	Debit (Q)	Kebutuhan Lahan
	m	m	m	m ²	m	m	m	m/det	m ³ /det	m ²
Sudetan Gondanglegi	295	25.50	1.75	47.69	0.00	30.45	1.57	1.28	60.88	9,027

3. Suplesi Sungai Kedunglarangan ke Sungai Kalanganyar (Suplesi/ sudetan Kalanganyar)

Kegiatan yang akan dilakukan dari suplesi ini meliputi komponen-komponen sebagai berikut:

- Membuat tanggul banjir (kirmir)
- Membuat bangunan infrastruktur pengendalian banjir (pintu pengatur)
- Melakukan pembebasan lahan

Dari rencana suplesi ini diharapkan akan memberikan keuntungan sebagai berikut:

- Air banjir dari Sungai Kedunglarangan akan berkurang

Dampak yang akan terjadi akibat dibuatnya suplesi di berbagai sungai tersebut di atas maka yang perlu diperhatikan adalah:

- Pembebasan lahan
- Pemindahan pemukiman
- Biaya Operasi dan pemeliharaan yang rutin

Debit banjir yang menuju hilir Sungai Kedunglarangan, khususnya yang akan bertemu dengan Sungai Wrati akan dialihkan dan dibuang ke Sungai Kalanganyar. Pengalihan debit banjir ini diharapkan mengurangi ketinggian air, sehingga menghindari adanya *backwater* di Sungai Wrati. Untuk mengalirkan debit dari sudetan ini, maka yang perlu dilakukan juga kegiatan normalisasi di Sungai Kalanganyar supaya dapat menampung debit yang akan dibuang.

Sudetan yang sudah direncanakan berada di lokasi konflik, karena adanya kesalahpahaman tentang pembebasan lahan. Pembebasan lahan yang dilakukan berbenturan dengan daerah pemukiman dan tanah makam. Untuk meminimalisasi konflik, maka lokasi pintu di Sungai Kedunglarangan akan dipindahkan ke sebelah hulu sebelum jembatan yang menuju Masangan. Daerah yang akan dilewati sebagian besar adalah sawah.

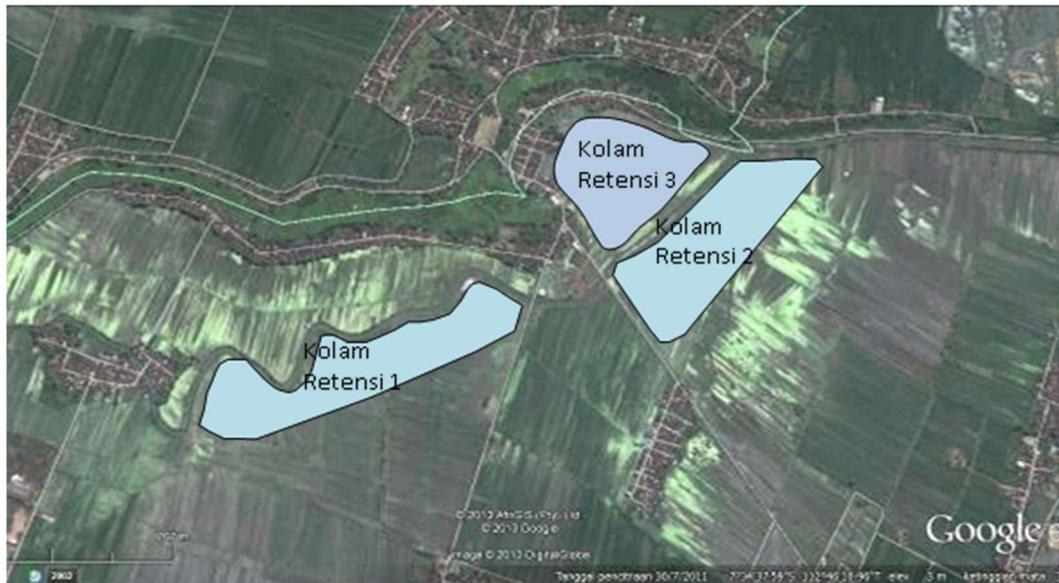
Dari hasil analisis kapasitas tampungan dari penampang basah sudetan Kalanganyar diperoleh dimensi dan potensi sebagai berikut:

Tabel 4.5-3 Dimensi suplesi/ sudetan pengendalian banjir

Sudetan Kalanganyar	Perencanaan 25									
	Panjang Saluran (L)	Lebar Saluran (b)	Kedalaman Air (h)	Luas Penampang (A)	Kemiringan Saluran (I)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Kecepatan (V)	Debit (Q)	Kebutuhan Lahan
	m	m	m	m ²	m	m	m	m/det	m ³ /det	m ²
	727	30.00	1.50	47.25	0.00	34.24	1.38	1.17	55.43	28,353

4.5.2 Kolam retensi

Kolam retensi merupakan daerah sebagai penyimpan sementara air banjir dan dikelola pada saat air sudah surut. Kolam retensi akan ditempatkan pada daerah-daerah yang sudah menjadi langganan banjir dan produktifitas lahannya kurang maksimum. Perencanaan Kolam retensi akan ditempatkan di desa Kedungboto dan Bangiltak. Tujuannya adalah untuk menampung sementara banjir yang diakibatkan dari meluapnya Sungai Wrati.



Gambar 4.5-1 Kolam Retensi di desa Kedungboto

Kolam retensi direncanakan berlokasi di Desa Kedungboto, yang terdiri dari 3 kolam dan 1 kolam retensi lagi memfungsikan kembali Sungai Bangiltak. Dari keempat kolam retensi tersebut diperkirakan dapat menampung volume air sejumlah 5.900.000 m³. Pengisian kolam retensi diatur dengan pintu, direncanakan dengan debit inflow sekitar 1,50 m³/det. Apabila diperlukan dapat diperbesar maupun diperkecil disesuaikan dengan kondisi banjir di Sungai Wrati.

Kegiatan yang akan dilakukan dari pembuatan Kolam retensi ini meliputi komponen-komponen sebagai berikut:

- Membuat tampungan (pengerukan lahan menjadi Kolam)
- Membuat tanggul banjir
- Membuat bangunan infrastruktur pengendalian banjir (pintu pengatur)
- Melakukan pembebasan lahan

Dari rencana pembuatan Kolam retensi ini diharapkan akan memberikan keuntungan sebagai berikut:

- Air banjir akan tersimpan sementara
- Bisa dimanfaatkan sebagai air baku
- Dijadikan tempat wisata
- Perikanan
- Meningkatkan mata pencaharian penduduk sekitar

Dampak yang akan terjadi akibat dibuatnya Kolam retensi di berbagai sungai tersebut di atas maka yang perlu diperhatikan adalah:

- Pembebasan lahan
- Pemandahan pemukiman
- Biaya Operasi dan pemeliharaan yang rutin

1. Kolam Retensi 1

Kolam retensi 1 berada di sebelah kanan Sungai Wrati, secara administrasi berada di desa Kedungboto. Selain akan menampung kelebihan debit dari Sungai Wrati, kolam retensi 1 ini akan menampung juga debit dari anak Sungai Wrati. Adapun dimensi dan potensi dari kolam retenti 1 dapat dilihat pada tabel 4.5 4.

2. Kolam Retensi 2

Kolam retensi 2 berada di sebelah kanan Sungai Wrati, secara administrasi berada di desa Kedungboto. Selain akan menampung kelebihan debit dari Sungai Wrati, kolam retensi 2 ini akan menampung juga debit dari anak Sungai Wrati. Adapun dimensi dan potensi dari kolam retenti 2 dapat dilihat pada tabel 4.5 4.

3. Kolam Retensi 3

Kolam retensi 3 berada di sebelah kiri Sungai Wrati, secara administrasi berada di desa Kedungboto. Adapun dimensi dan potensi dari kolam retenti 3 dapat dilihat pada tabel 4.5 4.

4. Kolam Retensi 4 (Bangiltak)

Kolam retensi Bangiltak adalah lokasi yang memanfaatkan sungai yang sudah tidak berfungsi. Sungai Bangiltak yang dulunya sebagai alur buangan dari Sungai Porong, saat ini sudah hampir tidak pernah dilewati air buangan tersebut. Dikarenakan sudah lama tidak berfungsi, Sungai Bangiltak tak ini sudah berubah fungsi. Dasar sungai sudah mengalami pendangkalan dan sempadannya sudah banyak tumbuh pemukiman.

Apabila Sungai Bangiltak ini dijadikan sebagai tampungan sementara dari buangan Sungai Wrati maka diharapkan dapat mengurangi banjir dan genangan yang terjadi. Bahkan ada manfaat lain yang dapat digunakan, yaitu sebagai penyediaan air baku, perikanan dan wisata. Adapun dimensi dan potensi dari kolam retensi Sungai Bangiltak dapat dilihat pada tabel 4.5 4.

Tabel 4.5-4 Dimensi kolam tampungan

Nama Kolam	Luas Tampungan	Panjang Tanggul	Kedalaman Air	Rencana Volume Tampung	Q inflow	Lama Pengisian	Rencana Penggalian	Volume Penggalian	Volume Timbunan Tanggul	Jembatan
	m ²	m	m	m ³	m ³ /det	hari	m	m ³	m ³	bh
Kolam Retensi 1	200,000	1,800.00	2.50	500,000	1.50	3.86	2.50	500,000	27,000	
Kolam Retensi 2	200,000	1,800.00	2.50	500,000	1.50	3.86	2.50	500,000	27,000	
Kolam Retensi 3	200,360.71	1,795.33	2.50	500,902	1.50	3.86	2.50	500,902	26,930	
Kolam Retensi 4	825,000	22,000.00	4.00	3,300,000	1.50	25.46	4.00	3,300,000	264,000	7.00

4.5.3 Normalisasi Sungai

Kegiatan normalisasi sungai bertujuan untuk melancarkan aliran air sehingga banjir cepat terkurus dan menghindari air terdiam. Kegiatan yang akan dilakukan dari normalisasi sungai ini meliputi komponen-komponen sebagai berikut:

- Membuat kapasitas tampungan (pengerukan)
- Membuat tanggul banjir (kirmir)
- Membuat bangunan infrastruktur pengendalian banjir (pintu pengatur)
- Membuat jembatan penyebarangan khususnya di Bangiltak
- Melakukan pembebasan lahan

Dari rencana normalisasi sungai ini diharapkan akan memberikan keuntungan sebagai berikut:

- Air banjir akan cepat terkurus
- Bangiltak dapat digunakan sebagai sumber air baku
- Bangiltak dapat digunakan sebagai area wisata
- Bangiltak sebagai tempat perikanan

Dampak yang akan terjadi akibat dibuatnya normalisasi sungai di berbagai sungai tersebut di atas maka yang perlu diperhatikan adalah:

- Pembebasan lahan
- Pemindahan pemukiman
- Biaya operasi dan pemeliharaan yang rutin

Kegiatan normalisasi yang akan dilaksanakan pada kajian ini adalah sungai-sungai sebagai berikut:

1. Normalisasi Sungai Wrati

Normalisasi di Sungai Wrati dimulai dari Bendung Kedungringin sampai pertemuan Sungai Kedunglarangan di Desa Kalianyar. Lebar eksisting Sungai Wrati saat ini berkisar 8,00 – 15,00 m, dengan kedalaman air sekitar 1,75 m. Rencana akan dinormalisasi dengan melakukan pelebaran sungai dan pengerukan untuk memperdalam ketinggian air. Adapun kondisi eksisting dan rencana pekerjaannya dapat dilihat pada tabel 4.5-5.

2. Normalisasi Sungai Bangiltak

Memfungsikan lagi Bangiltak sebagai kolam retensi, dilakukan normalisasi dimulai dari Jalan Tol sampai pertemuan dengan Sungai Wrati. Untuk dapat menampung dan menyimpan air, Sungai Bangiltak perlu dilakukan normalisasi melalui penataan daerah sempadan dan pengerukan. Sempadan sungai yang saat ini sudah dimanfaatkan untuk pemukiman dan fasum ditata kembali dengan tidak merugikan masyarakat yang sudah lama tinggal di daerah tersebut. Yaitu dengan memanfaatkan areal yang ada, kemudian diberikan batas supaya jelas posisi sempadan dan pemukiman. Kemudian dilakukan pengerukan dengan kedalaman 4,00 m, supaya maksud dan tujuan memfungsikan kembali Bangiltak tidak saja sebagai sungai, tetapi bisa dijadikan kolam retensi. Apabila kolam retensi ini terealisasi maka dapat dimanfaatkan untuk air baku, perikanan dan wisata. Adapun kondisi eksisting dan rencana normalisasi untuk Sungai Bangiltak dapat dilihat pada tabel 4.5-5.

3. Normalisasi Sungai Masangan

Dilakukan normalisasi dari mulai jalan nasional Surabaya-Pasuruan sampai dengan muara ke Kedunglarangan. Kondisi Sungai Masangan memiliki morfologi yang berkelok dan meander, hal ini menyebabkan adanya perlambatan aliran air. Apabila dilakukan normalisasi diharapkan dimensi penampang basah akan merata dan kecepatan pengurasan akan lebih cepat serta genangan yang sering terjadi dapat dikurangi baik dari ketinggian maupun lama genangannya. Kondisi eksisting dan rencana normalisasi untuk Sungai Masangan dapat dilihat pada tabel 4.5-5.

4. Normalisasi Sungai Raci

Normalisasi di Sungai Raci dilakukan untuk menampung buangan debit dari Sungai Masangan. Dari Sungai Masangan akan dibuatkan sudetan menuju Sungai Raci, sehingga Sungai Raci yang dulunya memiliki kapasitas yang kecil diharapkan dengan adanya normalisasi akan memiliki kapasitas yang besar dan dapat menampung debit yang cukup besar. Normalisasi Sungai Raci dimulai dari outlet sudetan sampai dengan muara ke Kedunglarangan. Kondisi eksisting dan rencana normalisasi untuk Sungai Raci dapat dilihat pada tabel 4.5-5.

5. Normalisasi Sungai Kalanganyar (Perikanan)

Sungai Kalanganyar direncanakan sebagai sungai yang dapat menampung buangan dari Sungai Kedunglarangan. Normalisasi ini menyesuaikan dimensi sudetan yang akan dibuat. Normalisasi dibuat dari titik outlet sudetan sampai dengan muara di Sungai Kedunglarangan. Dimensi dan potensi normalisasi Sungai Kalanganyar kondisi eksisting dan rencana normalisasi untuk Sungai Kalanganyar dapat dilihat pada tabel 4.5-5.

6. Normalisasi Sungai Kedunglarangan

Kedunglarangan dilakukan normalisasi terdiri dari 2 (dua) segmen. Segmen pertama dimulai dari jembatan (jalan nasional) Surabaya – Banyuwangi sampai dengan pertigaan dengan Sungai Wрати. Segmen kedua adalah dimulai dari mulai pertemuan Sungai Wрати sampai dengan muara.

Tabel 4.5-5 Dimensi normalisasi sistem Sungai Kedunglarangan

Nama Sungai	Eksisting					Normalisasi					
	Panjang	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Ketinggian Tanggul	Penambahan Lahan
	m	m	m	m/det	m ³ /det	m	m	m/det	m ³ /det	m	m
Sungai Wрати	4,041	13.60	1.75	1.50	35.70	17.00	2.50	1.50	63.75	1.00	
Sungai Bangil Tak	11,763	75.00	0.15	0.15	1.69	75.00	4.00			1.00	
Sungai Masangan	5,785	12.69	1.25	1.50	23.80	16.00	2.00	1.50	48.00	1.00	
Sungai Raci	1,572	11.00	1.25	1.50	20.63	20.00	2.00	1.50	60.00	1.00	14,148.00
Sungai Kalanganyar	3,621	13.00	1.25	1.50	24.38	30.00	1.75	1.50	78.75	1.00	28,968.00
Sungai Kedunglarangan	8,900	60.60	1.50	1.50	136.35	70.00	2.50	1.50	262.50	1.00	



Gambar 4.5-2 Sedimentasi di Sungai Kedunglarangan

4.5.4 Sistem Drainase

Pada saat banjir, masyarakat menghendaki untuk tidak berlama-lama dengan adanya genangan. Genangan banjir yang terjadi saat ini biasanya 1 – 2 minggu baru surut. Apabila waktu surut terlalu lama maka kegiatan masyarakat di berbagai bidang akan terganggu. Untuk itu perlu direncanakan system pembuangan yang efektif, agar air genangan cepat surut. Khususnya di desa Kalianyar, kejadian ini sering terjadi sehingga perlu dilakukan kegiatan alternative untuk tidak terulang lagi dengan adanya genangan yang terlalau lama. Untuk itu direncanakan system drainase di daerah tersebut.

Kegiatan yang akan dilakukan dari rencana system drainase ini meliputi komponen-komponen sebagai berikut:

- Skematisasi system saluran (dari saluran tersier sampai dengan saluran pembuang utama)
- Membuat saluran
- Membuat pintu pengatur di saluran pembuang utama

Dari rencana pengerukan ini diharapkan akan memberikan keuntungan sebagai berikut:

- Genangan air cepat terkuras

Dampak yang akan terjadi akibat system drainase di berbagai sungai tersebut di atas maka yang perlu diperhatikan adalah:

- Menyiapkan lahan untuk rencana saluran
- Biaya Operasi dan pemeliharaan yang rutin

4.5.5 Konservasi daerah hulu

Besar kecilnya debit air yang masuk ke sungai tergantung dari kondisi hulunya. Dari fungsi hidrologi daerah hulu akan memberikan variabel dalam besar kecil limpasan. Semakin hutan lebat dan tata guna lahannya baik maka air hujan akan banyak tersimpan dan limpasan menjadi kecil. Apabila hutan sudah hampir gundul dan tata guna lahan sudah banyak berubah fungsi maka air hujan akan sedikit tersimpan dan limpasan menjadi besar. Saat ini tata guna lahan baik di hulu Kedunglarangan maupun hulu Wwati sudah banyak berubah. Hutan semakin kecil dan pembangunan (pemukiman, industry dan lain-lain) semakin luas, sehingga nampak bahwa banjir sering terjadi. Salah satu kegiatan untuk mengurangi banjir adalah dengan menghijaukan kembali dan mengembalikan lagi fungsi dari hulu sebagai daerah resapan. Kegiatan ini bisa kita lakukan dengan reboisasi (konservasi). Kegiatan yang akan dilakukan dari rencana reboisasi ini meliputi komponen-komponen sebagai berikut:

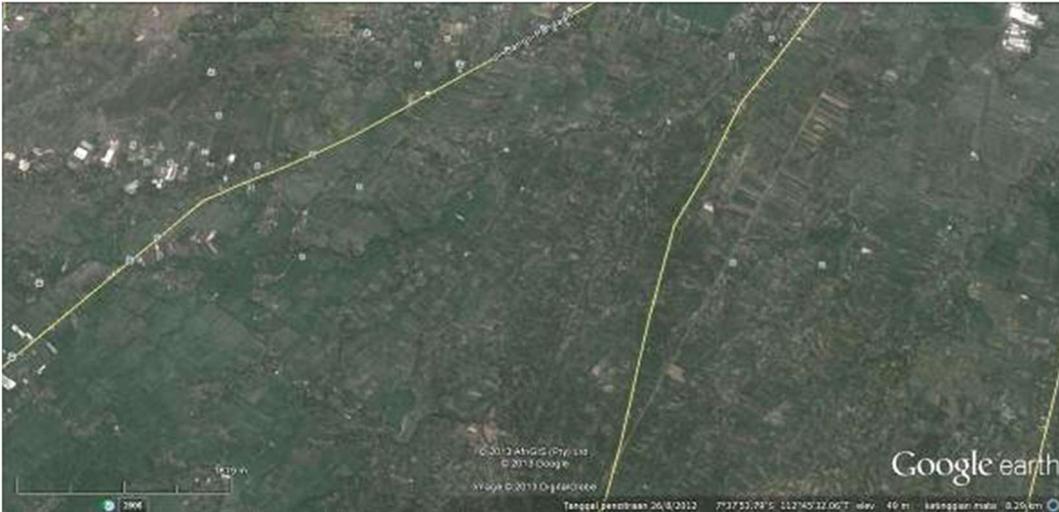
- Penanaman lagi daerah hulu yang sudah gundul
- Melakukan kegiatan konservasi
- Sosialisasi dan pemberdayaan masyarakat yang tinggal disepanjang aliran sungai dan daerah hulu sungai

Dari rencana reboisasi ini diharapkan akan memberikan keuntungan sebagai berikut:

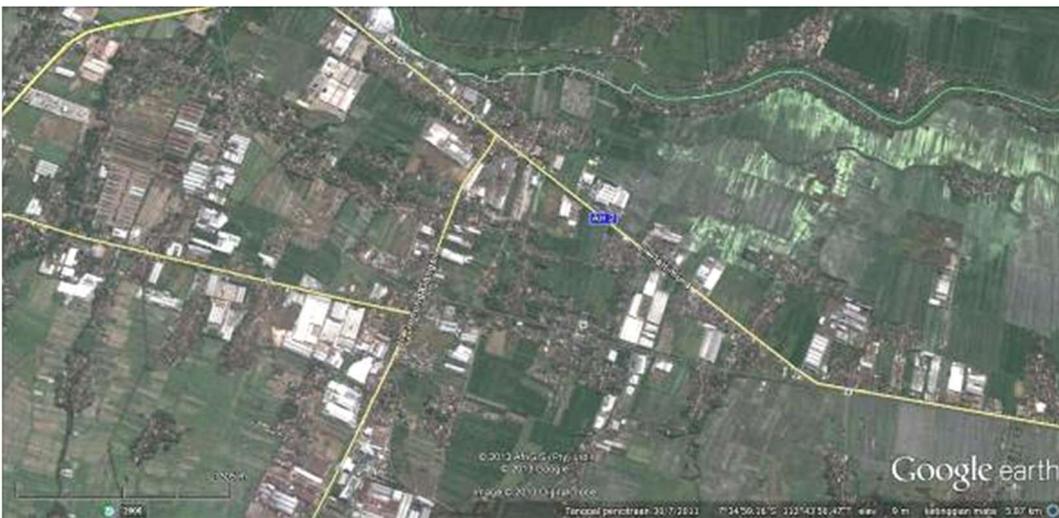
- Banjir berkurang
- Hutan hijau kembali
- Berkurangnya *run off*/ aliran permukaan

Dampak yang akan terjadi akibat reboisasi di berbagai sungai tersebut di atas maka yang perlu diperhatikan adalah:

- Menyiapkan tanaman
- Biaya pemeliharaan yang rutin



Gambar 4.5-3 Kondisi wilayah hulu DAS Sungai Kedunglarangan



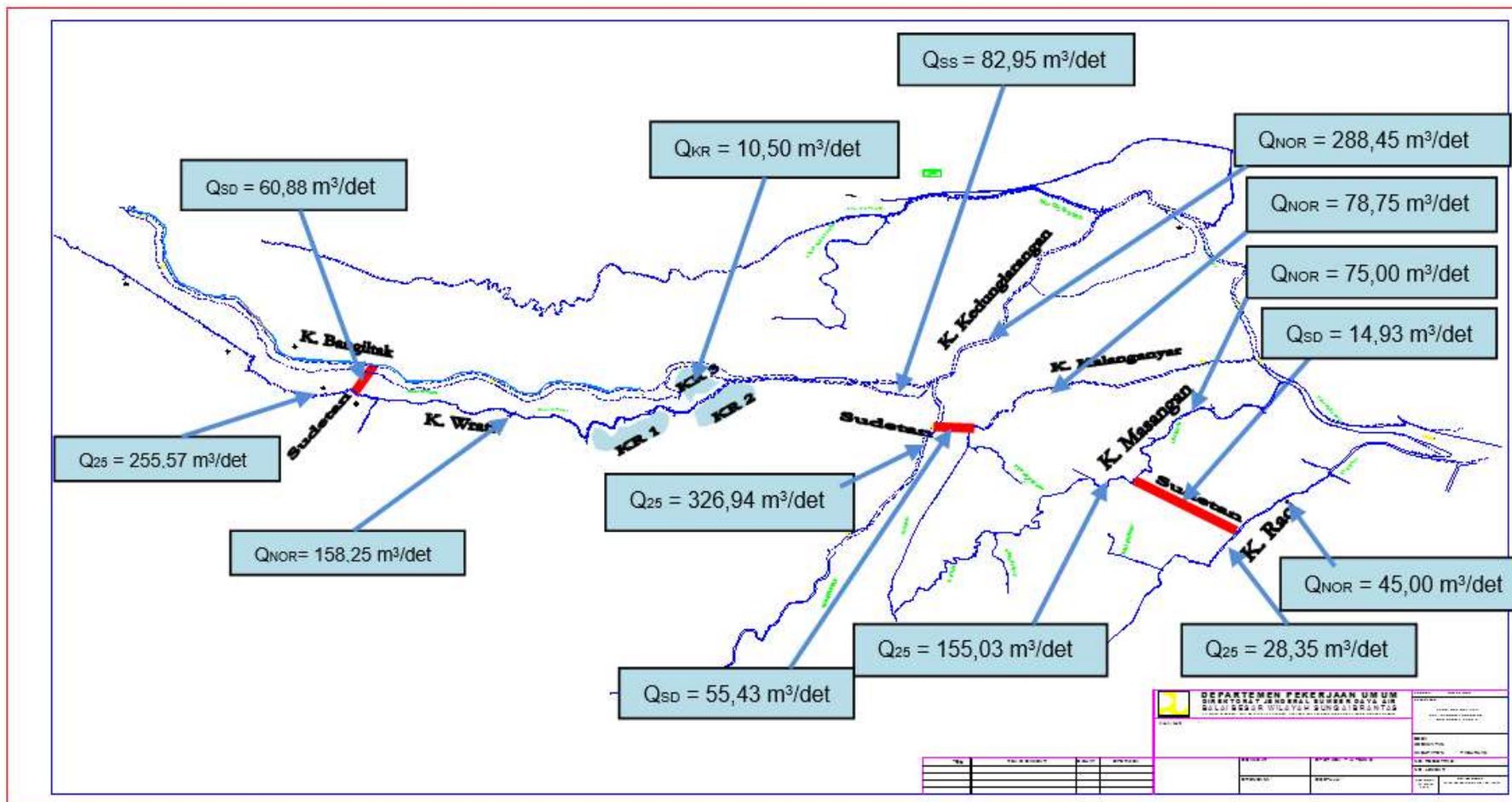
Gambar 4.5-4 Wilayah hulu Sungai Kedunglarangan

4.6 Penanganan banjir sistem Sungai Kedunglarangan

Penanganan banjir yang dimaksud adalah dengan menerapkan beberapa alternative penanganan dengan berbagai tipe alternatif. Sungai Kedunglarangan memiliki beberapa anak sungai dan sering terjadi genangan banjir. Akibat banjir tersebut mengakibatkan kerugian di berbagai sektor.

Penanganan banjir di DAS Kedunglarangan tidak hanya pada sungai utama saja, tetapi juga pada anak-anak sungainya. Selain itu diperlukan juga kajian yang lebih lanjut yang perlu dilakukan agar upaya pengendalian banjir bisa langsung dirasakan manfaatnya oleh masyarakat. Untuk memberikan hasil yang optimum, maka perlu dikaji penanganan banjir secara sistem. Dalam penanganan

banjir sistem sungai ini dilakukan klasifikasi pada tiap sungai dengan penerapan alternatif yang sesuai dengan kondisi eksisting sungai tersebut.



Gambar 4.6-1 Skema distribusi debit

4.6.1 Penanganan Sungai Kedunglarangan

Perencanaan bangunan yang akan dilaksanakan dalam rangka penanganan banjir di Sungai Kedunglarangan terdiri dari:

1. Normalisasi Sungai
2. Sudetan/suplesi
3. Sistem Drainase
4. Konservasi Daerah Hulu (*Arboretum*)

1. Normalisasi Sungai Kedunglarangan

Kondisi eksisting merupakan kondisi yang saat ini. Kapasitas tampungan diambil sesuai dengan hasil pengukuran profil memanjang dan melintang sungai. Dari hasil perbandingan kondisi eksisting dengan rencana sesuai tabel 4.6-1.

Tabel 4.6-1 Dimensi normalisasi Sungai Kedunglarangan

Sungai Kedunglarangan	Eksisting					Normalisasi					
	Panjang	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Ketinggian Tanggul	Penambahan Lahan
	m	m	m	m/det	m ³ /det	m	m	m/det	m ³ /det	m	m
	8.900	60.60	1.50	1.50	136.35	70.00	2.50	1.50	288.75	1.00	83,660

Kapasitas debit dari penampang rencana yang sebesar 288,75 m³/det, berarti bahwa belum mampu menampung debit rencana sebesar $Q_{25} = 326,94$ m³/det. Sehingga masih ada kelebihan debit sebesar 38,19 m³/det yang perlu didistribusikan supaya tidak terjadi limpasan dan menyebabkan banjir. Untuk penanganan kelebihan debit ini maka akan dialirkan ke Sungai Kalanganyar melalui sudetan.

2. Sudetan Kalanganyar

Mengantisipasi kelebihan debit baik dari hasil normalisasi Sungai Kedunglarangan maupun ada tambahan debit dari Sungai Wrati, maka sebelum pertemuan dengan Sungai Wrati akan dibuat sudetan dari Sungai Kedunglarangan ke Sungai Kalanganyar. Dari simulasi aliran yang berada di Sungai Kedunglarangan diperoleh bahwa ada kelebihan debit sebesar 38,19 m³/det. Kelebihan debit ini perlu diantisipasi sebelum sampai ke pertemuan dengan Sungai Wrati. Maka pada lokasi sebelum jembatan yang menghubungkan desa Kalianyar-

Masangan, akan dibuat sudetan menuju Sungai Kalanganyar. Dari hasil analisis kapasitas tampungan dari penampang basah sudetan Kalanganyar adalah 55,43 m³/dt, sehingga genangan di Sungai Kedunglarangan bisa teratasi.

Tabel 4.6-2 Dimensi Sudetan Kalanganyar

Sudetan Kalanganyar	Perencanaan 25									
	Panjang Saluran (L)	Lebar Saluran (b)	Kedalaman Air (h)	Luas Penampang (A)	Kemiringan Saluran (I)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Kecepatan (V)	Debit (Q)	Kebutuhan Lahan
	m	m	m	m ²	m	m	m	m/det	m ³ /det	m ²
	727	30.00	1.50	47.25	0.00	34.24	1.38	1.17	55.43	28,353

4.6.2 Penanganan Sungai Kalanganyar

Perencanaan yang akan dilaksanakan dalam rangka penanganan banjir di Sungai Kalanganyar adalah normalisasi sungai. Perencanaan normalisasi sungai ditujukan untuk dapat menampung dari buangan Sungai Kedunglarangan sebesar 38,19 m³/dt melalui sudetan menuju Sungai Kalanganyar. Kapasitas eksisting Sungai Kalanganyar harus mampu menampung kapasitasnya sendiri dan tambahan debit dari Sungai Kedunglarangan. Setelah direncanakan sesuai dimensi yang diharapkan, diperoleh dimensi yang efektif dan efisien sesuai tabel 4.6-3.

Tabel 4.6-3 Dimensi normalisasi Sungai Kalanganyar

Sungai Kalanganyar	Eksisting					Normalisasi					
	Panjang	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Ketinggian Tanggul	Penambahan Lahan
	m	m	m	m/det	m ³ /det	m	m	m/det	m ³ /det	m	m
	3,621	13.0	1.25	1.50	24.38	30	1.75	1.50	78.75	1.00	28,968.00

Dengan perhitungan diatas banjir 25 tahunan bisa ditanggulangi menggunakan rekayasa sistem dengan mengalirkan limpasan dari Sungai Kedunglarangan melalui Sudetan Kalanganyar menuju Sungai Kalanganyar.

4.6.3 Penanganan Sungai Wrati

Perencanaan yang akan dilaksanakan dalam rangka penanganan banjir di Sungai Wrati terdiri dari:

1. Normalisasi Sungai
2. Suplesi/Sudetan
3. Kolam Retensi

1. Normalisasi Sungai Wrati

Kapasitas tampungan Sungai Wrati saat ini sangat berkurang akibat sedimentasi. Kondisi ini menyebabkan Sungai Wrati tidak mampu menampung debit banjir yang datang, sehingga sering terjadi kelebihan air dan akhirnya menjadi limpasan dan menggenangi daerah pemukiman dan pertanian (sawah). Melihat kecilnya kapasitas tampungan yang ada, maka daerah Gondanglegi, Kedungringin, Kedungboto dan Baji merupakan daerah langganan banjir. Banjir yang disebabkan meluapnya air dari Sungai Wrati ini seperti danau raksasa yang menggenangi beberapa desa tersebut.

Debit banjir yang terjadi diperkirakan sebesar $Q_{25} = 255,57$ m³/det. Dengan demikian hanya $\pm 15\%$ saja debit yang bisa ditampung oleh Sungai Wrati. Untuk itu perlu dilakukan kegiatan baik itu normalisasi sungai maupun alternatif lainnya. Untuk bisa menampung debit rencana $Q_{25} = 255,57$ m³/det, maka diperlukan pelebaran badan sungai antara 50-75 m. Pelebaran ini akan memerlukan lahan yang cukup besar, sementara penerimaan masyarakat terhadap kegiatan ini belum tentu memberikan respon yang positif. Untuk mengoptimalkan penanganan banjir di Sungai Wrati ini tidak hanya melakukan pelebaran badan sungai tetapi perlu alternative lain yang dapat membantu dalam mendistribusikan kelebihan debit tersebut.

Memaksimalkan kondisi sempadan sungai yang ada, maka simulasi pelebaran sungai dalam rangka penanggulangan banjir dilakukan dengan dimensi dan potensi sebagai berikut.

Tabel 4.6-4 Dimensi normalisasi Sungai Wrati

Sungai Wrati	Eksisting					Normalisasi					
	Panjang	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Ketinggian Tanggul	Penambahan Lahan
	m	m	m	m/det	m ³ /det	m	m	m/det	m ³ /det	m	m
	4,041	13.6	1.75	1.50	35.70	35	3	1.50	101.25	1.00	86,477.4

Normalisasi Sungai Wrati dengan menggunakan dimensi dan potensi di atas hanya mampu menampung debit 101,25 m³/det. Dengan demikian masih tersisa debit sebesar 154,32 m³/det yang perlu ditangani. Untuk itu perlu penanganan dengan alternative lain, seperti yang disajikan pada analisis di bawah.

2. Suplesi/Sudetan Gondanglegi

Sudetan Gondanglegi dimaksudkan untuk mengalirkan air dari Sungai Wrati menuju Sungai Bangiltak. Sudetan Gondanglegi ini bisa beroperasi apabila Sungai Bangiltak sudah di normalisasi. Apabila system ini bisa berjalan, maka debit Sungai Wrati dapat dikurangi kelebihannya. Dari sisa debit hasil normalisasi sebesar 154,32 m³/det dan dialirkan ke Sungai Bangiltak melalui sudetan Gondanglegi sebesar 60,88 m³/det, maka sisa debit yang masih perlu penanganan adalah sebesar 93,44 m³/det.

Tabel 4.6-5 Dimensi suplesi/ sudetan Gondanglegi

Sudetan Gondanglegi	Perencanaan 25									
	Panjang Saluran (L)	Lebar Saluran (b)	Kedalaman Air (h)	Luas Penampang (A)	Kemiringan Saluran (I)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Kecepatan (V)	Debit (Q)	Kebutuhan Lahan
	m	m	m	m ²	m	m	m	m/det	m ³ /det	m ²
	295	25.50	1.75	47.69	0.00	30.45	1.57	1.28	60.88	9,027

3. Kolam Retensi Kedungboto

Rencana kolam retensi yang akan dibuat berlokasi di desa Kedungboto. Jumlah kolam retensi ada 3 (tiga) lokasi, yang terdiri dari 2 (tiga) lokasi berada dikanan sungai dan 1 (satu) lokasi berada di sebelah kiri sungai. Adapun lokasi tersebut seperti yang disajikan pada gambar 4.4 1 diatas. Ketiga kolam retensi direncanakan akan menampung kelebihan debit Sungai Wrati sebesar 10,50 m³/det. Debit banjir yang akan masuk kedalam kolam retensi dengan masing-masing kolam akan menerima kelebihan debit Sungai Wrati sebesar 3,50 m³/det, direncanakan kolam akan terisi penuh (kapasitas kolam) selama 1,66 hari. Dengan demikian akan menunda sementara kelebihan air Sungai Wrati dan disimpan sebagai genangan yang tertampung untuk keperluan pertanian/perikanan.

Sisa debit yang masuk sudetan Gondanglegi dan normalisasi Sungai Wrati sejumlah 93,45 m³/det, kemudian sebesar 10,50 m³/det masuk kekolam retensi maka debit yang akan mengalir di Sungai Wrati masih ada sekitar 82,95 m³/det. Debit sebesar itu (82,95 m³/det) akan masuk ke Sungai Kedunglarangan. Apabila elevasi muka air didalam kolam retensi melebihi elevasi mercu spillway (outlet), maka air akan terbuang dan masuk ke Sungai Wrati. Selanjutnya air yang tersimpan didalam kolam dapat dimanfaatkan untuk keperluan wisata dan perikanan.

Tabel 4.6-6 Kolam Retensi Kedungboto

Nama Kolam	Luas Tampungan	Panjang Tanggul	Kedalaman Air	Rencana Volume Tampung	Q inflow	Lama Pengisian	Rencana Penggalian	Volume Penggalian	Volume Timbunan Tanggul
	m ²	m	m	m ³	m ³ /det	hari	m	m ³	m ³
Kolam Retensi 1	200,000	1,800.00	2.50	500,000	3.50	5.78	2.50	500,000	27,000
Kolam Retensi 2	200,000	1,800.00	2.50	500,000	3.50	5.78	2.50	500,000	27,000
Kolam Retensi 3	200,360.71	1,795.33	2.50	500,902	3.50	5.78	2.50	500,902	26,930

4.6.4 Penanganan Sungai Masangan

Perencanaan yang akan dilaksanakan dalam rangka penanganan banjir di Sungai Masangan terdiri dari:

1. Normalisasi Sungai
2. Suplesi/Sudetan

1. Normalisasi Sungai Masangan

Kapasitas tampungan Sungai Masangan saat ini sangat berkurang akibat sedimentasi dan morfologi sungai yang berkelok. Kondisi ini menyebabkan Sungai Masangan tidak mampu menampung debit banjir yang datang, sehingga sering terjadi kelebihan air dan akhirnya menjadi limpasan dan menggenangi daerah pemukiman dan pertanian. Dengan kecilnya kapasitas tampungan yang ada, maka tidak heran daerah sekitar Desa Masangan merupakan daerah langganan banjir.

Debit banjir yang terjadi diperkirakan sebesar $Q_{25} = 155,03$ m³/det. Dengan demikian hanya 15% saja debit yang bisa ditampung oleh Sungai Masangan. Untuk itu perlu dilakukan kegiatan baik itu normalisasi sungai maupun alternative lainnya. Untuk bisa menampung debit rencana $Q_{25} = 155,03$ m³/det, maka diperlukan pelebaran badan sungai antara sekitar 50 m. Pelebaran ini akan memerlukan lahan yang cukup besar, sementara penerimaan masyarakat terhadap kegiatan ini belum tentu memberikan respon yang positif. Untuk mengoptimalkan penanganan banjir di Sungai Masangan ini tidak hanya melakukan pelebaran badan sungai tetapi perlu alternative lain yang dapat membantu dalam mendistribusikan kelebihan debit tersebut. Memaksimalkan kondisi sempadan sungai yang ada, maka simulasi pelebaran sungai dalam rangka penanggulangan banjir dilakukan dengan dimensi dan potensi sebagai berikut.

Tabel 4.6-7 Dimensi normalisasi Sungai Masangan

Sungai Masangan	Eksisting					Normalisasi					
	Panjang	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Ketinggian Tanggul	Penambahan Lahan
	m	m	m	m/det	m ³ /det	m	m	m/det	m ³ /det	m	m
	5,785	25	1.25	1.50	23.80	25.00	2.00	1.50	75.00	1.00	71,190.21

Normalisasi Sungai Masangan dengan menggunakan dimensi dan potensi di atas hanya mampu menampung debit 75,00 m³/det. Dengan demikian masih tersisa debit sebesar 80,03 m³/det yang perlu ditangani. Untuk itu perlu penanganan dengan alternatif lain, seperti yang disajikan pada analisis di bawah.

2. Suplesai/Sudetan Raci

Sudetan Raci dimaksudkan untuk mengalirkan air dari Sungai Masangan menuju Sungai Raci. Dengan adanya sudetan ini, maka debit Sungai Masangan dapat dikurangi kapasitasnya. Debit yang bisa dibuang dari Sungai Masangan menuju Sungai Raci sebesar 14,93 m³/det. Dengan demikian sisa debit dari normalisasi Sungai Masangan sebesar 80,03 m³/det dapat masuk ke sudetan Raci sebesar 14,93 m³/det. Jadi debit yang akan mengalir di Sungai Masangan sampai terbuang ke muara sebesar 65,10 m³/det.

Tabel 4.6-8 Dimensi Sudetan Raci

Sudetan Raci	Perencanaan 25									
	Panjang Saluran (L)	Lebar Saluran (b)	Kedalaman Air (h)	Luas Penampang (A)	Kemiringan Saluran (I)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Kecepatan (V)	Debit (Q)	Kebutuhan Lahan
	m	m	m	m ²	m	m	m	m/det	m ³ /det	m ²
	1,583	8.00	1.50	14.25	0.00	12.24	1.16	1.05	14.93	16,463

4.6.5 Penanganan Sungai Raci

Perencanaan yang akan dilaksanakan dalam rangka penanganan banjir di Sungai Raci adalah dalam bentuk kegiatan normalisasi sungai.

Dikarenakan akan memperoleh debit tambahan dari buangan Sungai Masangan, maka Sungai Raci perlu dilakukan peningkatan kapasitasnya. Debit buangan dari Sungai Masangan sebesar 14,93 m³/det ditambah dengan kondisi eksisting Sungai Raci yang hanya bisa menampung sebesar 15,00 m³/det, maka perlu dilakukan penambahan kapasitas tampungannya. Di bawah ini direncanakan dimensi dan potensi dalam rangka normalisasi Sungai Raci.

Tabel 4.6-9 Dimensi normalisasi Sungai Raci

Sungai Raci	Eksisting					Normalisasi					
	Panjang	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Ketinggian Tanggul	Penambahan Lahan
	m	m	m	m/det	m ³ /det	m	m	m/det	m ³ /det	m	m
	1,572	11.00	1.25	1.50	20.63	20.00	2.00	1.50	60.00	1.00	14,148.00

Hasil simulasi dimensi di atas, mampu teraliri debit sebesar 45,00 m³/det berarti dapat menampung debit rencana $Q_{25} = 28,35$ m³/det ditambah dengan debit buangan dari Sungai Masangan sebesar 14,93 m³/det.

4.6.6 Penanganan Sungai Bangiltak

Perencanaan yang akan dilaksanakan dalam rangka penanganan banjir di Sungai Bangiltak adalah normalisasi Sungai. Sungai Bangiltak yang dulunya berfungsi sebagai buangan Sungai Porong dengan debit sebesar 390,00 m³/det, saat ini sudah tidak berfungsi lagi. Dikarenakan sudah lama tidak berfungsi, maka Sungai Bangiltak mengalami perubahan fungsi. Dasar Sungai sudah mengalami pendangkalan dan sempadan sungai sudah mengalami perubahan dengan tumbuhnya pemukiman disepanjang Sungai tersebut. Kondisi saat ini dapat disajikan dalam hasil analisis penampang pada tabel 4.6-10.

Sungai Bangiltak sangat berpotensi apabila difungsikan kembali, tetapi bukan sebagai tempat buangan debit air dari Sungai Porong melainkan dari Sungai Wrati. Rencana memfungsikan kembali Sungai Bangiltak dengan alasan bahwa selama ini daerah sekitarnya sering mengalami banjir akibat limpasan dari Sungai Wrati. Sungai Bangiltak dan Sungai Wrati posisinya hampir sejajar, bahkan outlet dari Sungai Bangiltak masuk ke Sungai Wrati. Apabila dinormalisasi maka dimensi yang direncanakan dari Sungai Bangiltak dapat dilihat pada tabel 4.6-10.

Tabel 4.6-10 Dimensi normalisasi Sungai Bangiltak

Sungai Bangiltak	Eksisting					Normalisasi					
	Panjang	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Lebar rata-rata	Kedalaman Air	Kecepatan Aliran	Kapasitas Debit (Q)	Ketinggian Tanggul	Penambahan Lahan
	m	m	m	m/det	m ³ /det	m	m	m/det	m ³ /det	m	m
	11,763	75.00	0.15	0.15	1.69	75.00	4.00	0.02	4.50	1.00	288.75

Sumber air untuk mengisi hasil normalisasi Sungai Bangiltak berasal dari kelebihan debit air dari Sungai Wrati. Debit banjir akan dialirkan melalui sudetan

yang berada di Desa Gondanglegi. Normalisasi Sungai Bangiltak ini nantinya akan berfungsi juga sebagai kolam retensi. Adapun dimensi dan potensi dari kolam retensi Bangiltak adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6-11 Dimensi kolam retensi 4 (Bangiltak)

Kolam Retensi 4	Luas Tampung	Panjang Tanggul	Kedalaman Air	Rencana Volume Tampung	Q inflow	Lama Pengisian	Rencana Penggalian	Volume Penggalian	Volume Timbunan Tanggul	Jembatan
	m ²	m	m	m ³	m ³ /det	hari	m	m ³	m ³	bh
	882,225	22,000.00	4.00	3,528,900	60.88	40.84	4.00	3,300,000	264,000	7.00

Manfaat yang akan diperoleh dari hasil normalisasi Sungai Bangiltak ini adalah selain sebagai tempat penyimpanan sementara akibat banjir dari Sungai Wрати, juga dapat dimanfaatkan untuk wisata, perikanan dan kegiatan masyarakat lainnya.

4.7 Analisa Ekonomi

Mengamati kejadian bencana banjir yang ada, dan dengan asumsi-asumsi tentang dampak banjir maka dapat diperkirakan kerugian yang diakibatkan banjir baik secara materiil maupun spiritual. Di bawah ini dibuatkan tabel kerugian dari segi ekonomi dari banjir yang diperoleh dari kajian Balai Besar Wilayah Sungai Brantas.

Tabel 10-1 Besarnya Biaya yang Diakibatkan Banjir Setiap Tahun

Uraian	Volume	Satuan	Frekuensi	Kerugian setiap banjir	Total Kerugian
Dampak terhadap lahan					
a. Industri	75.50	ha	6	15,000,000	6,795,000,000
b. Sawah	892.80	ha	2	42,218,000	75,384,460,800
c. Pemukiman	193.30	ha	6	146,477,500	169,884,604,500
d. Ladang/Tegal	14.10	ha	2	285,200,000	8,042,640,000
e. Tambak	1,966.70	ha	2	60,084,250	236,335,388,950
Pengobatan	19,317	kk	6	200,000	23,180,400,000
Tak bisa bekerja	19,317	org	6	140,000	16,226,280,000
Total	3,142.40	ha			535,848,774,250

Sumber: SID Bangiltak CS

Dari hasil analisis kerugian ekonomi di atas, maka akibat banjir akan mengeluarkan biaya sebesar **Rp. 535.848.774.250,00** (Lima Ratus Tiga Puluh Lima Milyar Delapan Ratus Empat Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Tujuh Puluh Empat Ribu Dua Ratus Lima Puluh Rupiah). Apabila penanganan banjir dilakukan secara system, maka kerugian sebesar di atas dapat berkurang. Dari total kerugian diasumsikan kerugian tiap hektar luasan dengan membagi total biaya kerugian

dengan jumlah luasan terdampak, sehingga kerugian tiap hektar diketahui sebesar **Rp. 170.523.988,00**

Dari hasil perhitungan dimensi masing-masing alternatif penanganan banjir sistem Sungai Kedunglarangan di peroleh volume rencana yang dapat menampung air. Dengan mengasumsikan tinggi genangan sebesar 0,3 m maka diperoleh luas genangan yang dapat ditanggulangi oleh alternatif yang disampaikan. Dengan demikian benefit penanganan banjir bisa diketahui nilainya. Berikut disampaikan manfaat dari penanganan banjir berdasarkan alternatif.

Tabel 4.7-1 Manfaat normalisasi

Nama sungai	Volume existing	Volume rencana	Volume pengurangan banjir	Luasan genangan m ²	Luasan genangan ha	Kerugian per ha	Manfaat penanganan banjir
Sungai Wrati	96,175.80	424,305.00	328,129.20	1,093,764.00	109.38	170,523,988	18,651,299,954
Sungai Bangil Tak	132,333.75	3,528,900.00	3,396,566.25	11,321,887.50	1,132.19	170,523,988	193,065,341,162
Sungai Masangan	91,764.56	289,250.00	197,485.44	658,284.79	65.83	170,523,988	11,225,334,811
Sungai Raci	21,615.00	62,880.00	41,265.00	137,550.00	13.76	170,523,988	2,345,557,459
Sungai Kalanganyar	99,577.50	190,102.50	90,525.00	301,750.00	30.18	170,523,988	5,145,561,347
Sungai Kedunglarangan	809,010.00	1,557,500.00	748,490.00	2,494,966.67	249.50	170,523,988	42,545,166,668

Tabel 4.7-2 Manfaat kolam retensi

Nama kolam	Volume rencana m ³	Luasan genangan m ²	Luasan genangan ha	Kerugian per ha Rp.	Manfaat penanganan banjir Rp.
Kolam Retensi 1	500,000	1,666,666.67	166.67	170,523,988	28,420,664,717
Kolam Retensi 2	500,000	1,666,666.67	166.67	170,523,988	28,420,664,717
Kolam Retensi 3	500,902	1,669,672.60	166.97	170,523,988	28,471,923,091
Kolam Retensi 4	3,300,000	11,000,000.00	1,100.00	170,523,988	187,576,387,133

Tabel 4.7-3 Manfaat suplesi/ sudetan

Nama sudetan	Volume potensi	Luasan genangan m ²	Luasan genangan ha	Kerugian per ha Rp.	Manfaat penanganan banjir Rp.
Sudetan Kalanganyar	34,351	114,502.50	11.45	170,523,988	1,952,542,297
Sudetan Gondanglegi	14,069	46,895.17	4.69	170,523,988	799,675,085
Sudetan Raci	22,558	75,192.50	7.52	170,523,988	1,282,212,499

Berdasarkan perhitungan sesuai dengan tabel di atas dapat diketahui manfaat dari 3 alternatif penanganan banjir sebesar **Rp. 549.902.330.942,00**

4.7.1 Rencana Anggaran Biaya Penanganan Banjir DAS Kedunglarangan

Pekerjaan yang akan dilakukan dalam rangka penanganan banjir DAS Kedunglarangan yang meliputi pekerjaan normalisasi sungai, sudetan/suplesi, kolam retensi dan arboretum. Total biaya yang dibutuhkan untuk semua pekerjaan sebesar Rp. 567.613.034.000 (Lima Ratus Enam Puluh Tujuh Milyar Enam Ratus Tiga Belas Juta Tiga Puluh Empat Ribu Rupiah). Adapun rekapitulasi biaya dari pekerjaan tersebut adalah seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.7-4 Rencana Anggaran Biaya Penanganan Banjir DAS Kedunglarangan

MATA PEMBAYARAN	U R A I A N	TOTAL (Rp.)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	130,448,000
II	PEKERJAAN NORMALISASI SUNGAI	446,008,325,117
III	PEKERJAAN SUDETAN	21,406,302,703
IV	PEKERJAAN KOLAM RETENSI	11,035,283,806
V	PEKERJAAN TANGGUL KOLAM RETENSI	28,884,095,911
VI	PEKERJAAN JEMBATAN	1,208,966,528
VII	JUMLAH PEKERJAAN JEMBATAN	7,338,426,827
(A)	JUMLAH HARGA PEKERJAAN <i>(JUMLAH DIV. 1 s/d IV)</i>	516,011,848,892
(B)	P P N <i>(10% x A)</i>	51,601,184,889
(C)	TOTAL BIAYA PEKERJAAN <i>(A + B)</i>	567,613,033,781
(D)	PEMBULATAN	567,613,034,000
<i>Terbilang : Lima Ratus Enam Puluh Tujuh Milyar Enam Ratus Tiga Belas Juta Tiga Puluh Empat Ribu Rupiah</i>		

4.7.2 Kelayakan Ekonomi

Kelayakan ekonomi dilakukan dengan analisis perbandingan antara nilai keuntungan proyek dan biaya yang harus dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek. Untuk mengetahui kelayakan ekonomi maka perlu diketahui komponen-komponen biaya dalam bentuk pengeluaran maupun penerimaan. Di bawah ini disajikan komponen-komponen biaya tersebut.

Tabel 4.7-5 Komponen biaya dan manfaat proyek

1	Biaya pembebasan lahan	151.662.003.680,00
2	Biaya kerugian banjir per tahun	535.848.774.250,00 170.523.988,00/Ha
3	Biaya pembangunan pengendalian banjir	567.613.034.000,00
4	Keuntungan pengendalian banjir	
	4. Normalisasi	252.703.385.502,00
	5. Kolam retensi	272.889.639.658,00
	6. Sudetan	4.034.429.881,00
5	Keuntungan perubahan pola pertanian (*)	605.000.000,00
6	Keuntungan proyek setiap tahun	549.902.330.942,00

(*) dihitung bila ada pemanfaatan kolam sebagai sarana perikanan

Perhitungan biaya tahunan untuk pembiayaan proyek dihitung sebagai pengeluaran

$$i = 14\% = 0,14 \text{ per tahun}; \quad n = 10$$

$$\begin{aligned} \text{Angsuran tiap tahun (A)} &= p \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \\ &= 567.613.034.000 \frac{(1+0,14)^{10} 0,14}{(1+0,14)^{10} - 1} \\ &= \mathbf{108.819.104.577,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1. \text{ Benefit Cost Ratio (BCR)} &= \text{Manfaat Proyek/Biaya Proyek} \\ &= 549.902.330.942/108.819.104.577 \\ &= \mathbf{5,05} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapat hasil BCR yang cukup besar yaitu 5,012 sehingga proyek layak untuk dilaksanakan

$$\begin{aligned} 2. \text{ Net Present Value (NPV)} &= \text{PV Manfaat Proyek} - \text{PV Biaya Proyek} \\ &= 549.902.330.942 - 108.993.458.456 \\ &= \mathbf{441,083,226,365} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut NPV yang merupakan selisih antara nilai sekarang penerimaan (PV Manfaat Proyek) dengan pengeluaran (PV Biaya Proyek) sebesar Rp. 437,281,102,528

Pembiayaan alternatif penanganan banjir sistem Sungai Kedunglarangan berdasarkan proyek diuraikan pada tabel 4.7-6.

Tabel 4.7-6 Pembiayaan Penanganan sungai

Nama Proyek	Kegiatan	Biaya Proyek	Total Biaya O&P
Kali Kedunglarangan	Normalisasi S. Kedunglarangan	186,321,731,445	9,800,000,000
	Sudetan Kalanganyar	14,606,693,246	
	Normalisasi S. Kalanganyar	14,435,385,796	
Kali Wrati	Normalisasi S. Wrati	5,661,953,496	5,600,000,000
	Kolam Retensi 1	12,715,260,718	
	Kolam Retensi 2	10,208,308,464	
	Kolam Retensi 3	9,159,184,698	
Kali Masangan	Normalisasi S. Masangan	15,207,205,160	11,200,000,000
	Sudetan Raci	6,297,166,200	
	Normalisasi S. Raci	16,171,459,220	
BangilTak	Normalisasi Bangiltak	208,210,590,000	4,900,000,000
	Sudetan Gondanglegi	502,443,256	
	Kolam Retensi 4	7,836,625,837	

Contoh Perhitungan Penanganan Sungai Kedunglarangan

Perhitungan biaya tahunan untuk pembiayaan proyek dihitung sebagai pengeluaran

$$i = 14\% = 0,14 \text{ per tahun}; \quad n = 10$$

$$\text{Angsuran tiap tahun (A)} = p \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1}$$

$$= (215.363.810.487 + 9.800.000.000) \frac{(1+0,14)^{10} 0,14}{(1+0,14)^{10} - 1}$$

$$= \mathbf{43.166.951.378,00}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Benefit Cost Ratio (BCR)} &= \text{Manfaat Proyek/Biaya Proyek} \\ &= 49.643.270.312/43.166.951.378 \\ &= \mathbf{1,15} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapat hasil BCR sebesar 1,15 sehingga proyek layak untuk dilaksanakan

$$\begin{aligned} 4. \text{ Net Present Value (NPV)} &= \text{PV Manfaat Proyek} - \text{PV Biaya Proyek} \\ &= 49.643.270.312 - 43.166.951.378 \\ &= \mathbf{6.476.318.934} \end{aligned}$$

Tabel 4.7-7 Perhitungan rasio biaya dan manfaat

Nama Sungai	Biaya Proyek	Biaya O&P	Biaya Proyek per tahun	Manfaat Proyek per tahun	NPV	BCR
1	2	3	4	5	6	7
Kedunglarangan	215,363,810,487	9,800,000,000	43,166,951,378	49,643,270,312	6,476,318,934	1.15
Wrati	37,744,707,376	5,600,000,000	8,309,767,328	103,964,552,480	95,654,785,152	12.51
Masangan	37,675,830,580	11,200,000,000	9,370,158,542	11,225,334,811	1,855,176,269	1.20
Bangiltak	216,549,659,093	4,900,000,000	42,454,898,263	381,441,403,380	338,986,505,117	8.98

Tabel 4.7-8 Perhitungan rasio biaya dan manfaat (**Kenaikan 16,5%**)

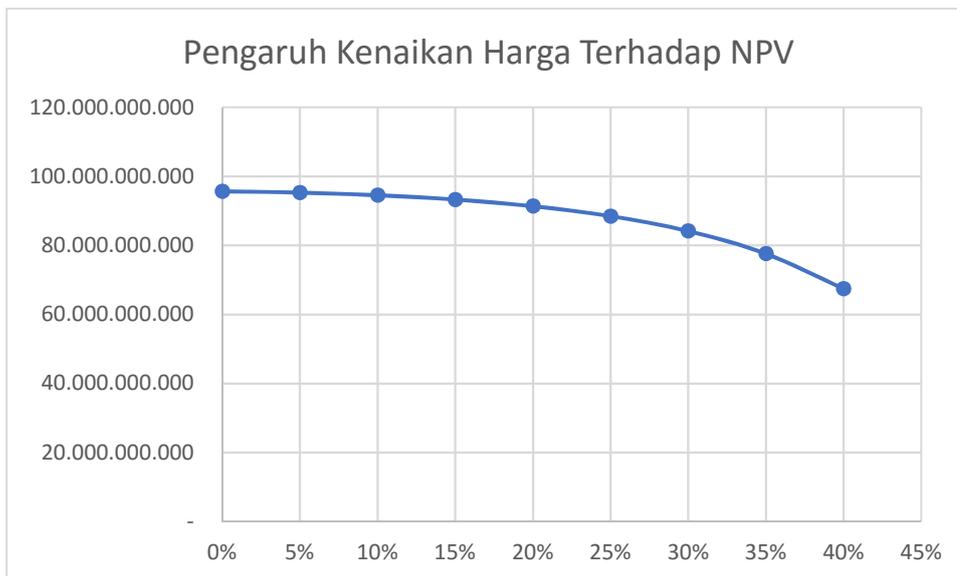
Nama Sungai	Biaya Proyek	Biaya O&P	Biaya Proyek per tahun	Manfaat Proyek per tahun	NPV	BCR
1	2	3	4	5	6	7
Kenaikan Biaya	16,5%					
Kedunglarangan	250,898,839,218	9,800,000,000	49,979,497,560	49,643,270,312	(336,227,247.79)	0.99
Wrati	43,972,584,093	5,600,000,000	9,503,735,625	103,964,552,480	94,460,816,854.47	10.94
Masangan	43,892,342,626	11,200,000,000	10,561,948,078	11,225,334,811	663,386,733.28	1.06
Bangiltak	252,280,352,844	4,900,000,000	49,304,956,079	381,441,403,380	332,136,447,301.16	7.74

Tabel 4.7-9 Perhitungan rasio biaya dan manfaat (**Kenaikan 27%**)

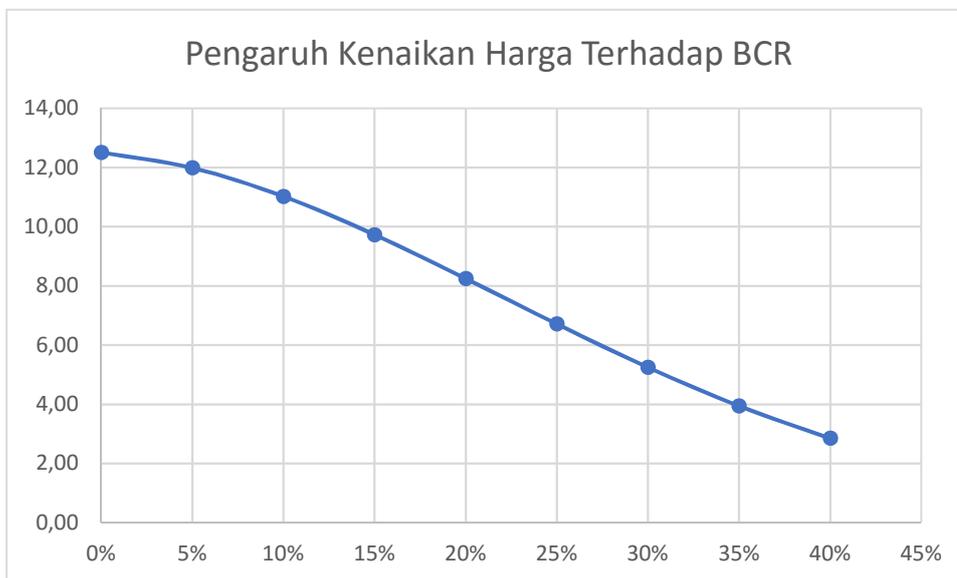
Nama Sungai	Biaya Proyek	Biaya O&P	Biaya Proyek per tahun	Manfaat Proyek per tahun	NPV	BCR
1	2	3	4	5	6	7
Kenaikan Biaya	27%					
Kedunglarangan	273,512,039,319	9,800,000,000	54,314,754,221	49,643,270,312	(4,671,483,908.98)	0.91
Wrati	47,935,778,368	5,600,000,000	10,263,533,633	103,964,552,480	93,701,018,847.06	10.13
Masangan	47,848,304,837	11,200,000,000	11,320,359,601	11,225,334,811	(95,024,789.61)	0.99
Bangiltak	275,018,067,049	4,900,000,000	53,664,083,780	381,441,403,380	327,777,319,600.27	7.11

Mempertimbangkan dana yang harus dikeluarkan untuk membangun prasarana pengendalian banjir sistem Sungai Kedunglarangan cukup besar, maka perlu dilakukan analisis prioritas. Bahkan harus memunculkan pilihan yang super prioritas dengan mengkaji dari segi teknis, ekonomis dan sosial.

Proyek Sungai Wrati memiliki benefit tiap tahun sebesar Rp. 103,964,552,480,00 dan bila dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk penanganan Sungai Wrati didapat rasio biaya dan manfaat sebesar 12,51% dengan NPV sebesar 95,654,785,152



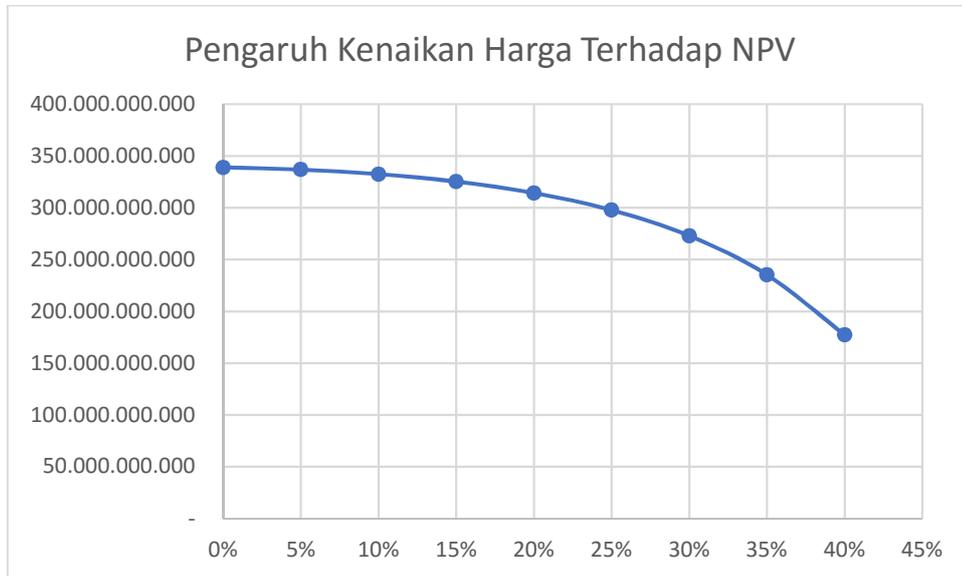
Gambar 4.7-1 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap NPV (Wrati)



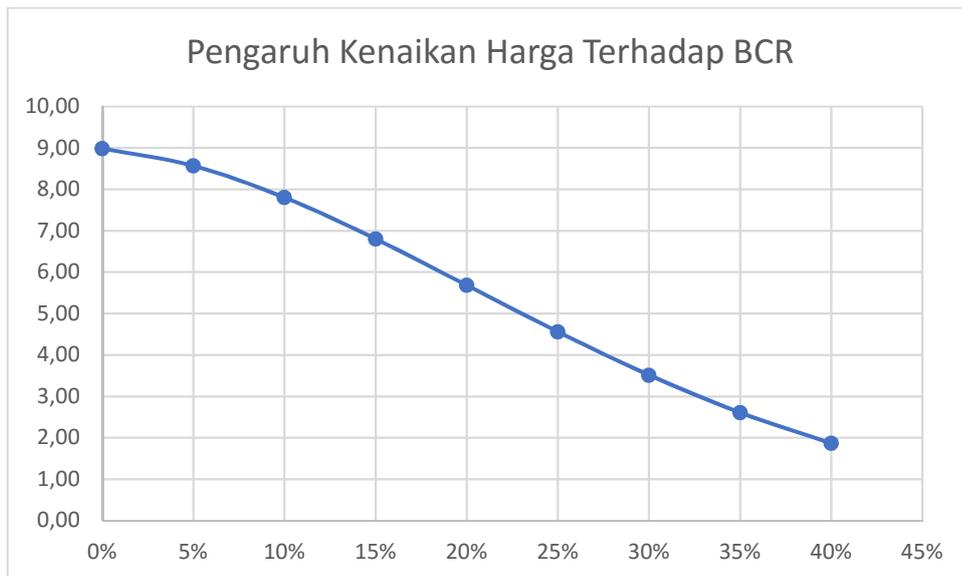
Gambar 4.7-2 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap BCR (Wrati)

Proyek Sungai Bangiltak memiliki benefit tiap tahun sebesar Rp. 338,986,505,117,00 dan bila dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk

penanganan Sungai Wrati didapat rasio biaya dan manfaat sebesar 8,98% dengan NPV sebesar 338,986,505,117

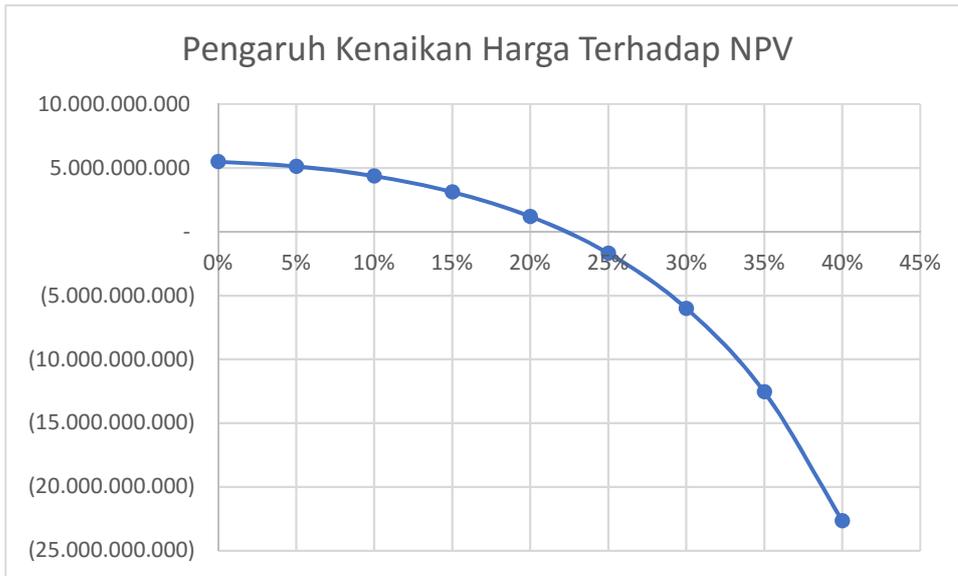


Gambar 4.7-3 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap NPV (Bangiltak)

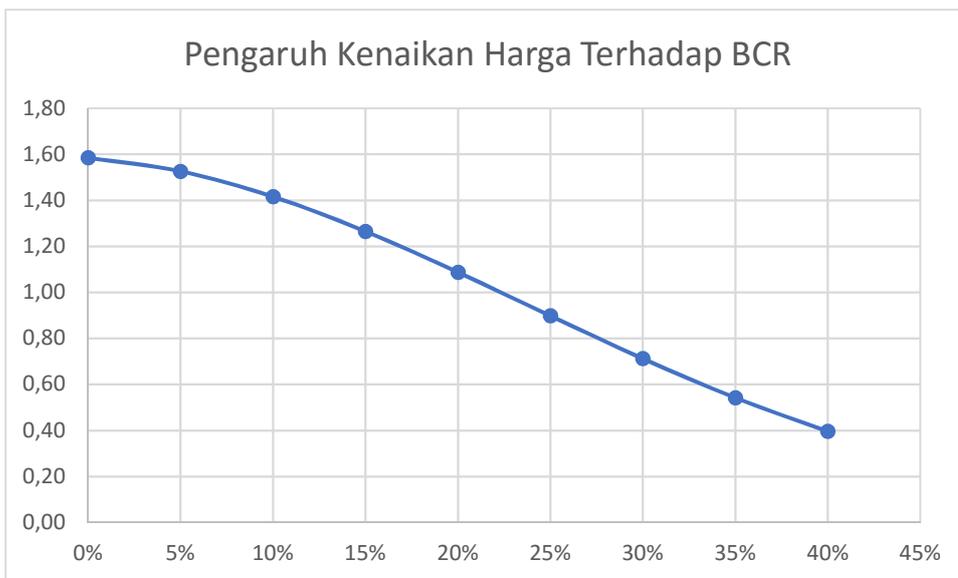


Gambar 4.7-4 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap BCR (Bangiltak)

Proyek Sungai Masangan memiliki benefit tiap tahun sebesar Rp. 11,225,334,811,00 dan bila dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk penanganan Sungai Wrati didapat rasio biaya dan manfaat sebesar 1,20% dengan NPV sebesar 1,855,176,269

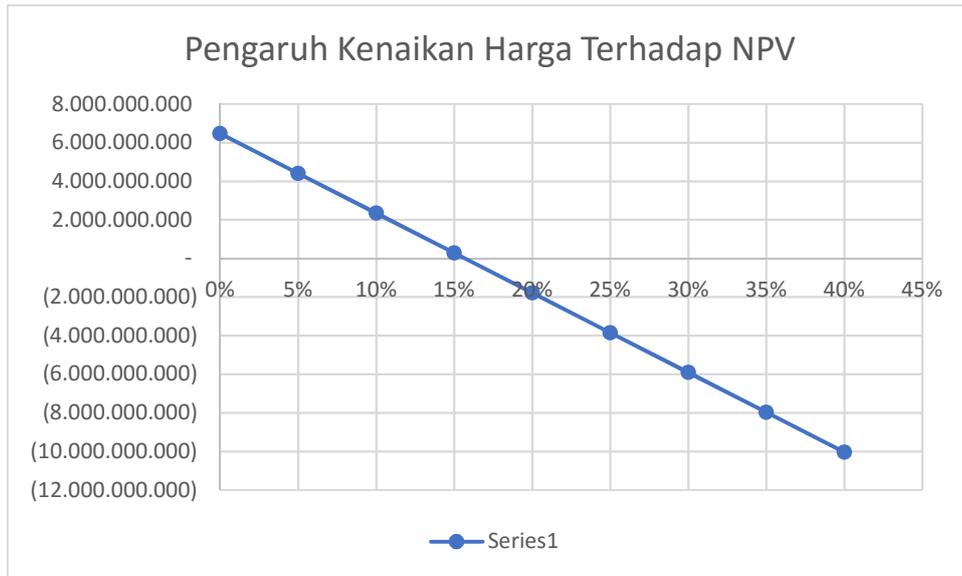


Gambar 4.7-5 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap NPV (Masangan)

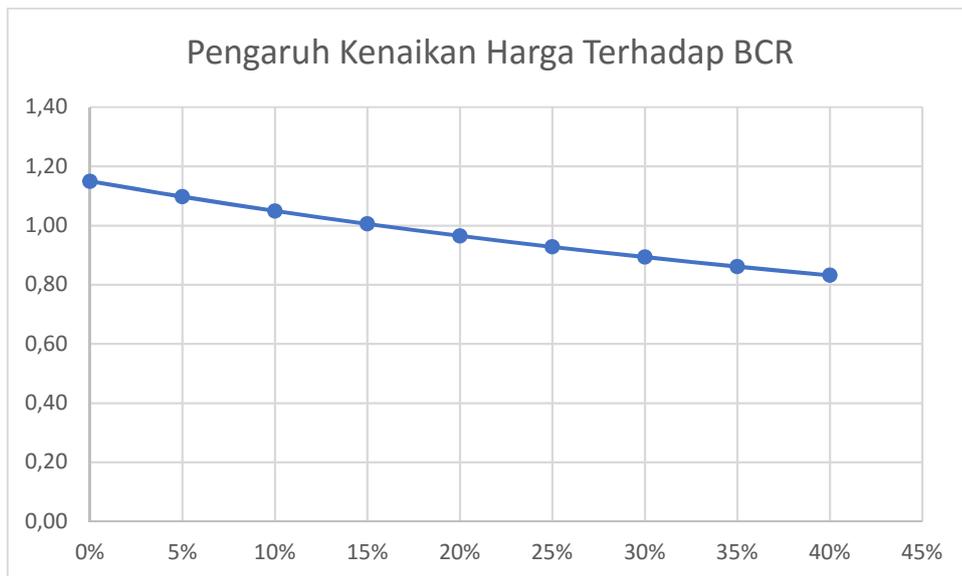


Gambar 4.7-6 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap BCR (Masangan)

Proyek Sungai Kedunglarangan memiliki benefit tiap tahun sebesar Rp. 49,643,270,312,00 dan bila dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk penanganan Sungai Wrati didapat rasio biaya dan manfaat sebesar 1,15% dengan NPV sebesar 6,476,318,934



Gambar 4.7-7 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap NPV (Kedunglarangan)



Gambar 4.7-8 Grafik Pengaruh kenaikan harga terhadap BCR (Kedunglarangan)

Dari hasil analisa kajian Penanggulangan Banjir Sistem Sungai Kedunglarangan diperoleh hasil urutan prioritas sebagai berikut:

1. Sungai Wрати
2. Sungai Bangiltak
3. Sungai Masangan
4. Sungai Kedunglarangan

4.7.3 Analisa Sensitifitas

Proyek Sungai Kedunglarangan mempunyai batasan kenaikan harga hingga 16,5%, bila terjadi kenaikan hingga sebesar itu maka penanggulangan Sungai Kedunglarangan tidak layak, sedangkan Proyek Sungai Masangan tidak layak dilaksanakan apabila terjadi kenaikan biaya proyek sebesar 27%, Sungai Wrati dan Sungai Bangiltak tetap aman walaupun ada kenaikan harga hingga 40%.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian serta hasil analisa yang diperoleh dengan mempertimbangkan adanya keterbatasan dana dalam pelaksanaan pembangunan maka sebaiknya dilaksanakan sesuai dengan urutan prioritas, yaitu:

1. **Proyek Sungai Bangiltak** meliputi kegiatan Normalisasi Sungai Bangiltak, Pembuatan sudetan Gondanglegi dan pembuatan kolam retensi 4 dengan rasio manfaat sebesar 8,98%, walaupun Rasio manfaat Sungai Wrati lebih tinggi dari Sungai Bangiltak prioritas utama adalah penanggulangan Sungai Bangiltak karena bila Bangiltak belum dilaksanakan debit Sungai Wrati sebesar 154,32 m³/det tidak dapat tertampung atau dialirkan.
2. **Proyek Sungai Wrati** meliputi kegiatan normalisasi Sungai Wrati dan pembuatan kolam retensi 1, 2 dan 3 dengan rasio manfaat sebesar 12,51%
3. **Proyek Sungai Masangan** meliputi kegiatan Normalisasi Sungai Masangan, pembuatan sudetan Raci, Normalisasi Sungai Raci dengan rasio manfaat sebesar 1,20%, Apabila terjadi kenaikan harga hingga 27%, maka Proyek Sungai Masangan tidak layak dilakukan.
4. **Proyek Sungai Kedunglarangan** meliputi kegiatan Normalisasi Sungai Kedunglarangan dan pembuatan Sudetan Kalanganyar, Normalisasi Sungai Kalanganyar dengan rasio manfaat sebesar 1,15%, Apabila terjadi kenaikan harga hingga 16,5%, maka Proyek Sungai Kedunglarangan tidak layak dilakukan.
5. Sungai Wrati dan Sungai Bangiltak tetap layak di lakukan walaupun kenaikan harga terjadi hingga 40%.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan kajian tentang sistem drainase pada daerah terdampak sehingga permasalahan banjir yang terjadi di wilayah Kabupaten Pasuruan pada sistem Sungai Kedunglarangan bisa tertangani secara maksimal.

- Sumber aliran dan erosi ada berasal dari daerah hulu. Termasuk juga daerah hulu merupakan daerah yang berpotensi dapat menyimpan air sebelum masuk ke badan sungai. Reboisasi daerah hulu sangat perlu dan wajib dilakukan, hal ini untuk mengurangi run off yang berlebihan, sehingga perlu kajian lebih dalam tentang pengaruh reboisasi terhadap run off dan laju sedimen karena dampak run off yang berlebihan.
- Penanganan banjir tidak hanya pada sungai utama atau saluran primer dan sekundernya saja, namun anak-anak sungai atau saluran tersiernya juga perlu diperhatikan dan dikaji lebih lanjut agar tidak terjadi problem bahwa pada saluran utama dalam kondisi kosong tetapi pada catchment areanya terjadi banjir.

Daftar Pustaka

- Brueggeman, W. B. and Fisher, J. D. (2011). *Real Estate Finance and Investments Fourteenth Edition*. New York: McGraw - Hill.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Sidoarjo, Data jumlah penduduk dan Kepala Keluarga kabupaten Sidoarjo Tahun 2017
- Farley, M., et al. (2008). *The Manager's Non-Revenue Water Handbook: A Guide to Understanding Water Losses*. Bangkok 10330: USAID
- (2019). Dalam *Undang-undang Sumber Daya Air*. Jakarta.
- Anshori, I. (2017). *Membumikan Konsepsi IWRM di Indonesia*. Jakarta: PT. Media Tama Saptakarya (PT. MEDISA).
- Direktorat Jenderal Pengairan. (1986). Kriteria Perencanaan. In *Standard Perencanaan Irigasi*.
- Mathur, S. (2017). Public-private partnership for municipal water supply in developing countries: Lessons from Karnataka, India, Urban Water Supply Improvement. *Cities*, 56-62.
- Mike E.Miles, L. M. (2015). *Real Estate Development : Principles and Process Fifth Edition*. Washington, D. C.: Urban Land Institute.
- Primoz Banovec, P. D. (2016). Pricing Approaches In The Case Of Cross Border Water Supply. *International Conference on Efficient & Sustainable Water Systems Management toward Worth* (pp. 601-610). Slovenia: Elsevier Ltd.
- PU, D. (1994).
- Stephen A. Ross, R. W. (2013). *Fundamentals of Corporate Finance*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- William B. Brueggeman, J. D. (2011). *Real Estate Finance and Investments Fourteenth Edition*. New York: McGraw - Hill.
- Yuhuan Sun, N. L. (2016). Sustainable utilization of water resources in China: A system dynamics. *Journal of Cleaner Production*, 1-13.
- Yuwono, B. (2012). Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan. In D. J. Karya.

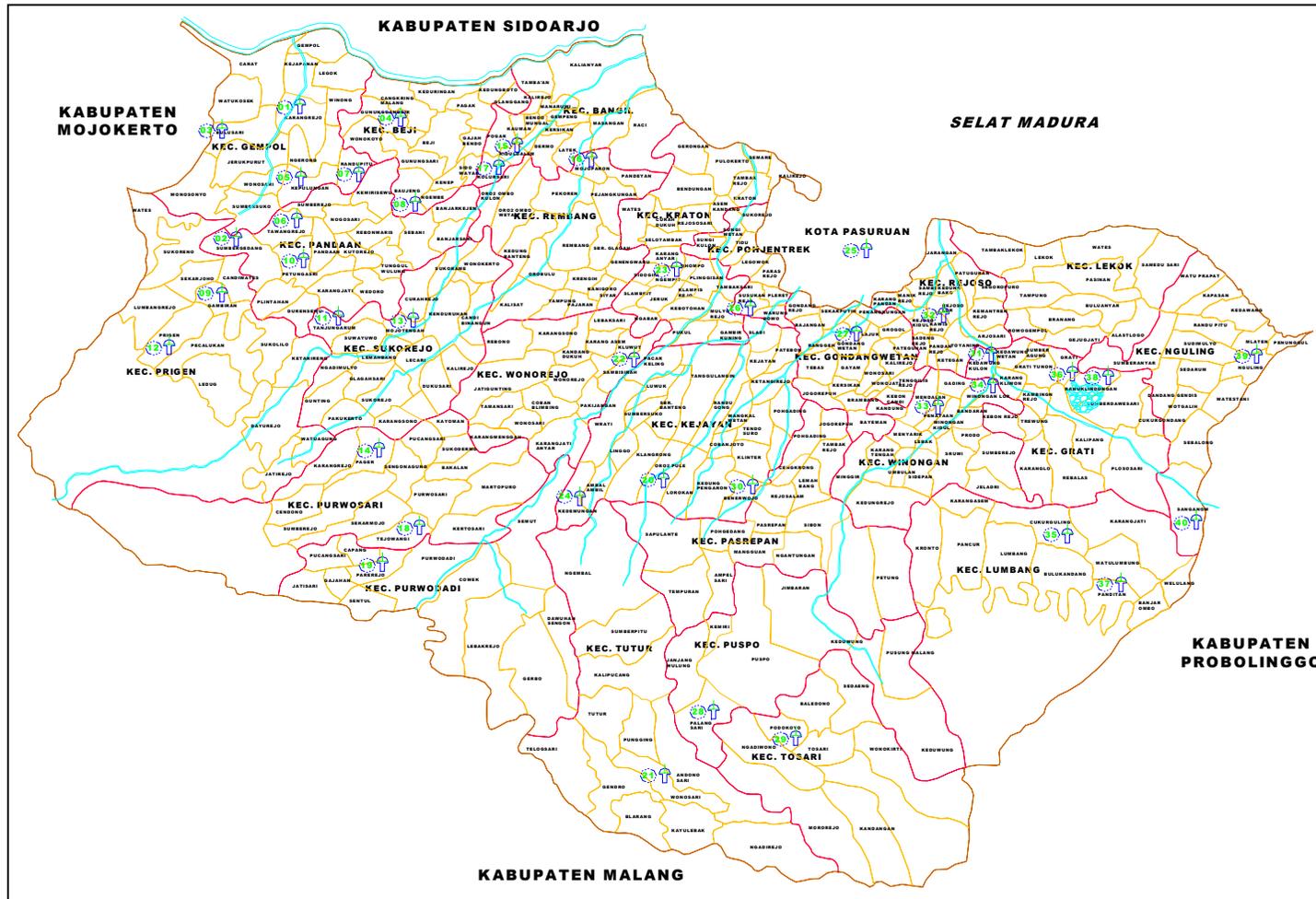
“halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran

Lampiran 1. Stasiun Curah Hujan di Lokasi Studi

No	Nama Stasiun	Kode Stasiun	Lokasi	Ketersediaan Data
1	Gempol	9	-7" 40" 21 112" 43" 34	1993 – 2012
2	Winong	10	-7" 39" 15 112" 41" 57	1993 – 2012
3	Jembrung	11	-7" 35" 29 112" 41" 19	1993 – 2012
4	Banyulegi	12	-7" 35" 42 112" 43" 26	1993 – 2012
5	Kepulungan	13	-7" 37" 30 112" 41" 28	1993 – 2012
6	Bareng	14	-7" 38" 40 112" 41" 19	1993 – 2012
7	Randupitu	15	-7" 37" 37 112" 42" 57	1993 – 2012
8	Tanggul	16	-7" 37" 45 112" 44" 35	1993 – 2012
9	Jawi	17	-7" 40" 53 112" 40" 50	1993 – 2012
10	Kasri	20	-7" 39" 25 112" 43" 27	1993 – 2012
11	Wilo	23	-7" 39" 25 112" 40" 1	1993 – 2012
12	Prigen	25	-7" 41" 2 112" 29" 31	1993 – 2012
13	Telebuk	27	-7" 42" 2 112" 45" 1	1993 – 2012
14	Bangil	42	-7" 36" 5 112" 47" 1	1993 – 2012
15	Badong	43	-7" 37" 57 112" 49" 44	1993 – 2012
16	Bekacak	44	-7" 37" 33" 112" 46" 34	1993 – 2012
17	Wonorejo	45	-7" 49" 11	1993 – 2012

Lampiran 2. Lokasi Stasiun Curah Hujan di Lokasi Studi



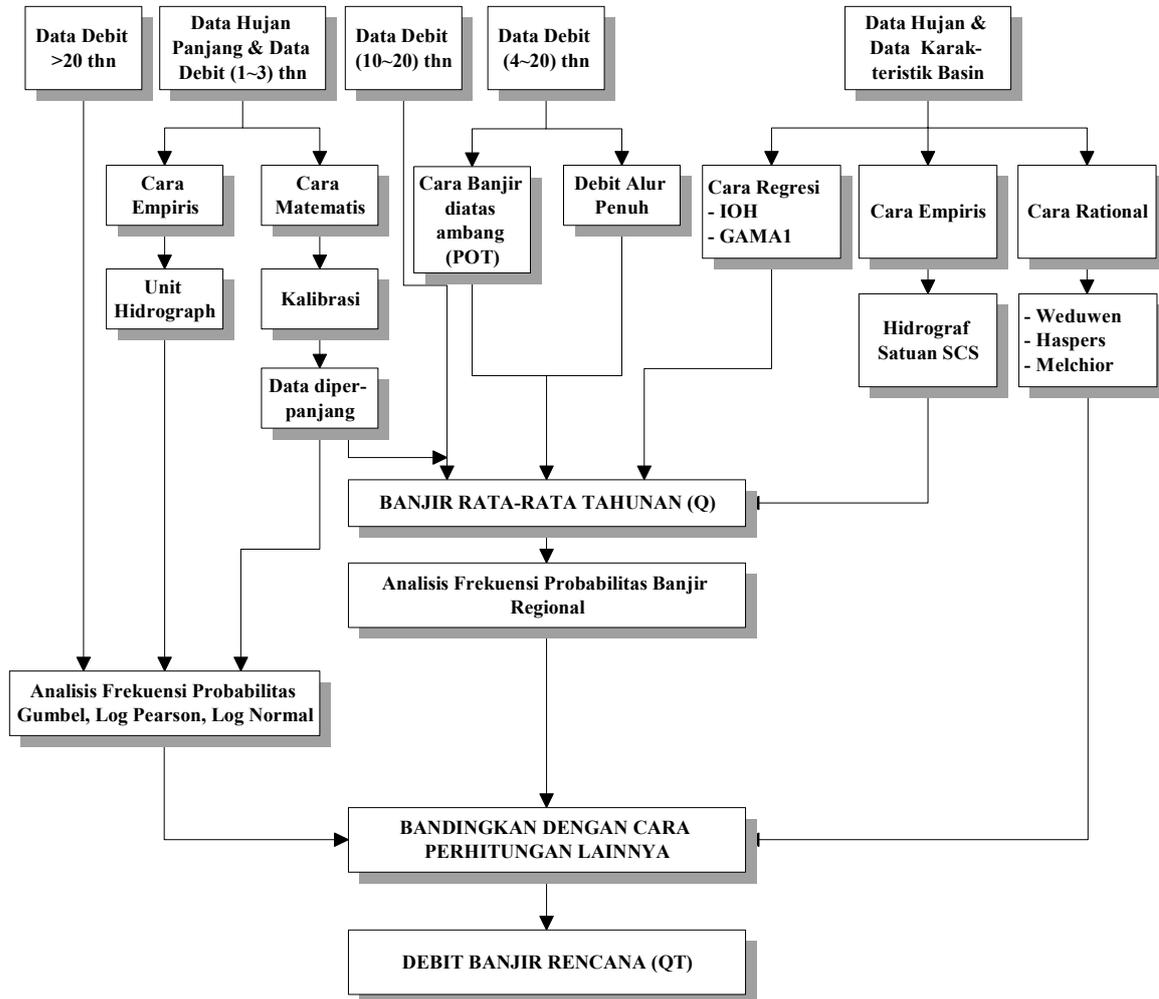
Lampiran 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum di DAS Kedunglarangan

No.	Tahun	Stasiun																
		Gempol	Winong	Jembrung	Banyulegi	Kepulungar	Bareng	Randupitu	Tanggul	Jawi	Kasri	Wilo	Prigen	Telebuk	Bangil	Badong	Bekacak	Wonorejo
1	2000	75.00	182.00	96.00	108.00	90.00	198.00	110.00	90.00	91.00	125.00	85.00	118.00	79.00	114.00	112.00	131.00	87.00
2	2001	107.00	143.00	121.00	99.00	103.00	94.00	82.00	92.00	143.00	109.00	98.00	173.00	127.00	99.00	106.00	136.00	97.00
3	2002	78.00	98.00	100.00	85.00	90.00	92.00	73.00	84.00	101.00	76.00	78.00	123.00	87.00	76.00	73.00	96.00	74.00
4	2003	79.00	105.00	91.00	86.00	85.00	87.00	68.00	79.00	115.00	103.00	97.00	143.00	99.00	78.00	80.00	110.00	80.00
5	2004	82.00	103.00	82.00	71.00	84.00	77.00	74.00	96.00	112.00	109.00	95.00	118.00	76.00	79.00	84.00	100.00	58.00
6	2005	107.00	118.00	106.00	97.00	111.00	96.00	78.00	114.00	113.00	108.00	95.00	144.00	109.00	81.00	73.00	106.00	85.00
7	2006	72.00	94.00	90.00	68.00	80.00	91.00	66.00	94.00	105.00	95.00	85.00	124.00	97.00	81.00	83.00	81.00	67.00
8	2007	79.00	81.00	78.00	73.00	92.00	89.00	87.00	90.00	101.00	89.00	57.00	120.00	90.00	65.00	74.00	75.00	65.00
9	2008	67.00	106.00	103.00	88.00	103.00	110.00	118.00	100.00	116.00	101.00	82.00	135.00	103.00	85.00	99.00	89.00	77.00
10	2009	64.00	92.00	92.00	72.00	92.00	90.00	89.00	90.00	114.00	96.00	64.00	132.00	78.00	72.00	81.00	73.00	52.00
11	2010	137.00	168.00	147.00	115.00	169.00	157.00	157.00	155.00	195.00	144.00	121.00	225.00	150.00	136.00	151.00	122.00	61.00
12	2011	122.00	134.00	128.00	83.00	129.00	131.00	120.00	132.00	138.00	131.00	105.00	166.00	114.00	101.00	113.00	86.00	48.00
13	2012	92.00	105.00	89.00	60.00	103.00	102.00	88.00	97.00	107.00	102.00	78.00	110.00	86.00	85.00	106.00	60.00	40.00

Lampiran 4. Luas Pengaruh Masing-Masing Stasiun Hujan Metoda Thiessen

Nomor Stasiun	Nama Stasiun	Sub DAS Kedunglarangan Hulu		Sub DAS Wрати		Sub DAS Masangan		Sub DAS Golondoro		Sub DAS Avur Bawean	
		Luas DAS (km2)	Bobot Thiessen (%)	Luas DAS (km2)	Bobot Thiessen (%)	Luas DAS (km2)	Bobot Thiessen (%)	Luas DAS (km2)	Bobot Thiessen (%)	Luas DAS (km2)	Bobot Thiessen (%)
1	Bareng	1.122	0.681	4.541	5.770						
2	Randupitu	0.774	0.470	9.94	12.630						
3	Tanggul	17.665	10.725	3.987	5.066	2.896	4.724				
4	Jawi	12.042	7.311	0.523	0.665						
5	Kasri	10.562	6.412	1.733	2.202						
6	Wilo	25.706	15.607								
7	Prigen	67.843	41.189							0.936	3.754
8	Telebuk	14.185	8.612			18.536	30.238				
9	Pager	6.578	3.994								
10	Bangil	3.392	2.059	12.608	16.020	0.783	1.277	2.841	90.391	9.539	38.257
11	Badong					28.625	46.696	0.302	9.609		
12	Bekacak	4.843	2.940	4.862	6.178	10.461	17.065				
13	Gempol			9.368	11.903						
14	Winong			0.875	1.112						
15	Kedungcangkring			5.486	6.971					4.550	18.248
16	Banyulegi			19.596	24.899					9.909	39.741
17	Kepulungan			5.182	6.584						
Jumlah		164.712	100.000	78.701	100.000	61.301	100.000	3.143	100.000	24.934	100.000

Lampiran 5. Skema Perhitungan Debit Banjir Rencana



Lampiran 6. Kala Ulang Minimum yang Disarankan sebagai Banjir Rencana

Sistem Saluran	Tipe proyek (<i>untuk proyek pengendali banjir sungai</i>) dan Populasi Total 2) (<i>untuk sistem drainase</i>)	Fase Awal 1)	Fase Akhir 1)
Sungai	Proyek Darurat 3)	5	10
	Proyek Baru 4)	10	25
	Proyek Peningkatan 5)		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk luar kota/kota dengan jumlah penduduk <2.000.000 ▪ Untuk Perkotaan dengan jumlah penduduk > 2.000.000 	25 25	50 100
Sistem Drainase Utama (CA <500 ha)	▪ Luar kota	2	5
	▪ Kota dengan jumlah penduduk < 500.000	5	10
	▪ Kota dengan jumlah penduduk antara 500.000 - 2.000.000	5	15
	▪ Kota dengan jumlah penduduk > 2.000.000	10	25
Sistem Drainase Sekunder (CA < 500 ha)	▪ Luar kota	1	2
	▪ Kota dengan jumlah penduduk < 500.000	2	5
	▪ Kota dengan jumlah penduduk antara 500.000- 2.000.000	2	5
	▪ Kota dengan jumlah penduduk > 2.000.000	5	10
Sistem Drainase Tersier (CA <10 ha)	▪ Luar kota dan perkotaan	1	2

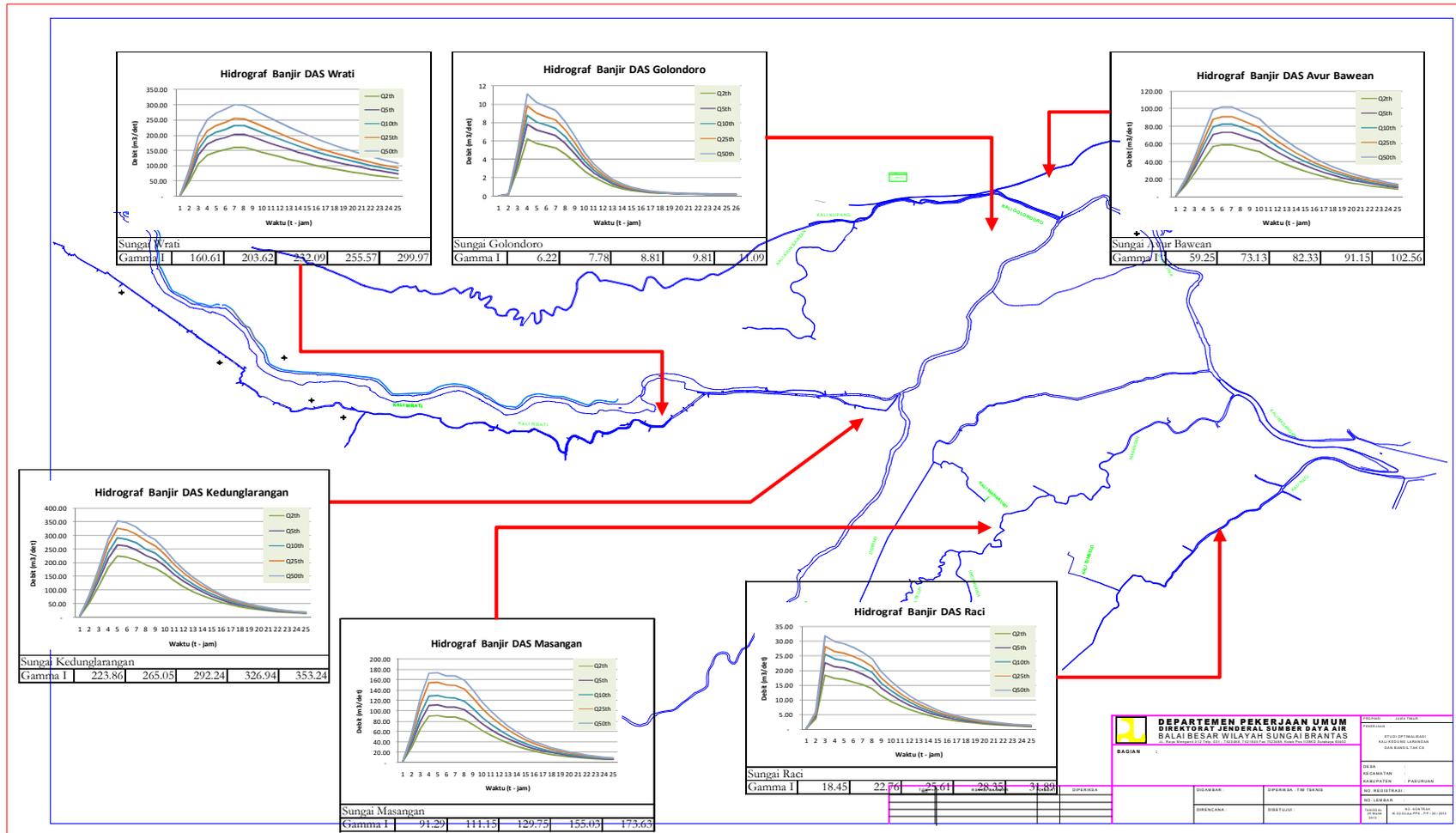
Keterangan :

- 1) Standar banjir rencana tertinggi akan digunakan jika analisa ekonomi menunjukkan standar tersebut diperlukan sekali atau jika banjir mengakibatkan resiko tinggi dalam kehidupan manusia.
- 2) P = jumlah penduduk ibukota
- 3) Proyek Darurat dilaksanakan tanpa studi kelayakan teknis dan ekonomis pendahuluan pada tempat-tempat dimana genangan sangat luas dan masalah banjir menimbulkan resiko besar terhadap nyawa manusia.
- 4) Proyek Baru, meliputi proyek-proyek pengendalian banjir pada tempat dimana sebelumnya tidak pernah ada proyek pengendalian banjir atau dimana proyek darurat sudah dilaksanakan.
- 5) Proyek Peningkatan, meliputi proyek-proyek rehabilitasi serta perbaikan dari proyek-proyek yang sudah ada. Kebanyakan Proyek Pengembangan Wilayah Sungai dianggap sebagai peningkatan.

Lampiran 7. Tinggi Jagaan/Free Board (W)

No.	Debit Rencana (m^3/dt)	Tinggi Jagaan / Free Board (m)
1	$Q < 200$	0,60
2	$200 < Q < 500$	0,80
3	$500 < Q < 2000$	1,00
4	$2000 < Q < 5000$	1,20

Lampiran 8. Skema Hidrograf Banjir Rencana Metoda Gamma I



REKAPITULASI BIAYA
STUDI OPTIMALISASI KALI KEDUNG LARANGAN DAN BANGIL TAK CS

PEMBERI KERJA : PPK PERENCANAAN DAN PROGRAM
SATKER BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BRANTAS

PEKERJAAN : STUDI OPTIMALISASI KALI KEDUNG LARANGAN DAN BANGIL TAK CS
DI KABUPATEN PASURUAN

MATA PEMBAYARAN	U R A I A N	TOTAL (Rp.)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	130,448,000
II	PEKERJAAN NORMALISASI SUNGAI	446,008,325,117
III	PEKERJAAN SUDETAN	21,406,302,703
IV	PEKERJAAN KOLAM RETENSI	11,035,283,806
V	PEKERJAAN TANGGUL KOLAM RETENSI	28,884,095,911
VI	PEKERJAAN JEMBATAN	1,208,966,528
VII	JUMLAH PEKERJAAN JEMBATAN	7,338,426,827
(A)	<i>JUMLAH HARGA PEKERJAAN</i> <i>(JUMLAH DIV. 1 s/d IV)</i>	<i>516,011,848,892</i>
(B)	<i>P P N</i> <i>(10% x A)</i>	<i>51,601,184,889</i>
(C)	<i>TOTAL BIAYA PEKERJAAN</i> <i>(A + B)</i>	<i>567,613,033,781</i>
(D)	<i>PEMBULATAN</i>	<i>567,613,034,000</i>
<i>Terbilang : Lima Ratus Enam Puluh Tujuh Milyar Enam Ratus Tiga Belas Juta Tiga Puluh Empat Ribu Rupiah</i>		

PEMBERI KERJA : PPK PERENCANAAN DAN PROGRAM
 SATKER BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BRANTAS
 PEKERJAAN : STUDI OPTIMALISASI KALI KEDUNG LARANGAN DAN BANGIL TAK CS
 DI KABUPATEN PASURUAN

NOMOR MATA PEMBAYARAN	URAIAN	SATUAN	VOLUME	TOTAL HARGA (Rp.)
DIV. I	PEKERJAAN PERSIAPAN			
	1 Pengukuran	Ls	1.00	25,000,000
	2 Direksikeet dan perlengkapan	Ls	1.00	50,000,000
	3 Papan Nama Proyek	bh	1.00	358,000
	4 Administrasi dan Perijinan	Ls	1.00	20,000,000
	5 Mobilisasi dan demobilisasi	Ls	1.00	35,090,000
				130,448,000
DIV. II	PEKERJAAN NORMALISASI SUNGAI			
2.1	KALI RACI (R.1 - R.111)			
	1 Galian Tanah Biasa	m ³	103,629.7	4,352,448,660
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	53,862.04	9,048,822,720
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	5,207.12	2,770,187,840
				16,171,459,220
2.2	KALI MASANGAN (M.1 - M.75)			
	1 Galian Tanah Biasa	m ³	38,958.6	1,636,262,040
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	65,958.03	11,080,949,040
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	4,680.44	2,489,994,080
				15,207,205,160
2.3	KALI WRATI (KEDUNG RINGIN-KEDUNG BOTO)			
	1 Galian Tanah Biasa	m ³	10,381.4	436,017,843
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	17,670.43	2,968,633,053
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	4,243.05	2,257,302,600
				5,661,953,496
2.4	KALI KEDUNGLARANGAN HILIR (KL.76 - WR.4B)			
	1 Galian Tanah Biasa	m ³	3,542,999.7	148,805,985,689
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	191,601.76	32,189,095,756
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	10,012.50	5,326,650,000
				186,321,731,445
2.5	KALI KALANGANYAR/PERIKANAN (PK.0 - PR.18)			
	1 Galian Tanah Biasa	m ³	190,043.2	7,981,814,468
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	31,725.32	5,329,854,328
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	2,112.25	1,123,717,000
				14,435,385,796
2.6	KALI BANGIL TAK (B.0 - WR.4)			
	1 Galian Tanah Biasa	m ³	3,528,900.0	148,213,800,000
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	264,000.00	44,352,000,000
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	29,407.50	15,644,790,000
				208,210,590,000
				446,008,325,117
DIV. III	PEKERJAAN SUDETAN			
3.1	SUDETAN 1 K.Masangan - Raci			
	1 Galian Tanah Biasa	m ³	18,996.00	797,832,000
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	15,243.00	2,560,824,000
	3 Pasangan Batu 1 : 4	m ³	98.80	52,561,600
	4 Beton Mutu K 175	m ²	3,429.60	2,867,145,600
	5 Pintu Flap Gate b = 2,0 m	bh	1.00	18,803,000
				6,297,166,200
3.2	SUDETAN 2 K.Kedung Larangan - Kalanganyar (Kalanganyar)			
	1 Galian Tanah Biasa	m ³	190,043.20	7,981,814,468
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	31,725.32	5,329,854,328
	3 Pasangan Batu 1 : 4	m ³	1,901.03	1,011,345,300
	4 Beton Mutu K 175	m ²	316.84	264,876,150
	5 Pintu Flap Gate b = 2,0 m	bh	1.00	18,803,000
				14,606,693,246

NOMOR MATA PEMBAYARAN	URAIAN	SATUAN	VOLUME	TOTAL HARGA (Rp.)
3.3	SUDETAN 3 K.Wrati - Bangil Tak (Gondang Legi)			
	1 Galian Tanah Biasa	m3	2,441.40	102,539,005
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m3	1,720.57	289,055,941
	3 Pasangan Batu 1 : 4	m3	131.64	70,034,475
	4 Beton Mutu K 175	m2	26.33	22,010,835
	5 Pintu Flap Gate b = 2,0 m	bh	1.00	18,803,000
				502,443,256
				21,406,302,703
DIV. IV	PEKERJAAN KOLAM RETENSI			
4.1	KOLAM RETENSI 1 (L=20.00 Ha)			
	A. INLET KOLAM RETENSI 1			
	1 Galian Tanah Lumpur	m3	168.80	12,237,855
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m3	378.80	63,638,400
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m3	273.72	145,621,274
	4 Beton Mutu K 175	m2	4.08	3,409,323
	5 Plesteran 1 : 3 (tebal 0.5 cm)	m2	33.48	1,643,868
	6 Siaran 1 : 2	m2	267.93	10,207,981
	7 Pintu Flap Gate b = 2,0 m	bh	1.00	18,803,000
				255,561,701
	B. KOLAM RETENSI 1			
	1 Galian Tanah Lumpur	m3	30,096.14	2,181,970,440
	2 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m3	377.50	200,830,000
	3 Plesteran 1 : 3 (tebal 0.5 cm)	m2	50.00	2,455,000
	4 Siaran 1 : 2	m3	641.00	24,422,100
	5 Gebalan Rumput	m2	8,284.35	120,760,970
	6 Paving Block Natural 8 cm	m2	5,522.90	205,589,953
				2,736,028,462
	C. OUTLET KOLAM RETENSI 1			
	1 Galian Tanah Lumpur	m3	92.35	6,695,194
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m3	428.20	71,937,600
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m3	325.73	173,287,934
	4 Pasangan bronjong kawat ø 3mm (0.5 x 1.0 x 3.0) pabrikasi	bh	14.00	3,487,400
	5 Plesteran 1 : 3 (tebal 0.5 cm)	m2	31.14	1,528,974
	6 Siaran 1 : 2	bh	269.10	10,252,862
				267,189,965
4.2	KOLAM RETENSI 2 (L=20.00 Ha)			
	A. INLET KOLAM RETENSI 2			
	1 Galian Tanah Lumpur	m3	164.43	11,921,175
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m3	420.00	70,560,000
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m3	237.05	126,111,238
	4 Beton Mutu K 175	m2	4.08	3,409,323
	5 Plesteran 1 : 3 (tebal 0.5 cm)	m2	33.48	1,643,868
	6 Siaran 1 : 2	bh	258.64	9,854,336
	7 Pintu Flap Gate b = 2,0 m	bh	1.00	18,803,000
				242,302,941
	B. KOLAM RETENSI 2			
	1 Galian Tanah Lumpur	m3	26,480.01	1,919,800,492
	2 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m3	349.50	185,934,000
	3 Plesteran 1 : 3 (tebal 0.5 cm)	m2	50.00	2,455,000
	4 Siaran 1 : 2	m3	580.00	22,098,000
	5 Gebalan Rumput	m2	6,113.16	89,111,533
	6 Paving Block Natural 8 cm	m2	4,075.44	151,708,254
				2,371,107,279
	C. OUTLET KOLAM RETENSI 2			
	1 Galian Tanah Lumpur	m3	164.43	11,921,175
	2 Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m3	420.00	70,560,000
	3 Pasangan Batu Kali 1 : 4	m3	314.45	167,289,900
	4 Pasangan bronjong kawat ø 3mm (0.5 x 1.0 x 3.0) pabrikasi	bh	14.00	3,487,400
	5 Plesteran 1 : 3 (tebal 1.5 cm)	m2	29.40	1,443,540
	6 Siaran 1 : 2	bh	246.74	9,400,718
				264,102,733

NOMOR MATA PEMBAYARAN	URAIAN	SATUAN	VOLUME	TOTAL HARGA (Rp.)
4.3	KOLAM RETENSI 3 (L=20.04 Ha)			
	A. INLET KOLAM RETENSI 3			
1	Galian Tanah Lumpur	m ³	106.68	7,734,300
2	Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	420.00	70,560,000
3	Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	237.05	126,111,238
4	Beton Mutu K 175	m ²	4.08	1,015,743
5	Plesteran 1 : 3 (tebal 2 cm)	m ²	33.48	1,643,868
6	Siaran 1 : 2	bh	258.64	9,854,336
7	Pintu Flap Gate b = 2,0 m	bh	1.00	18,803,000
				235,722,485
	B. KOLAM RETENSI 3			
1	Galian Tanah Lumpur	m ³	34,198.32	2,479,378,426
2	Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	306.00	162,792,000
3	Plesteran 1 : 3 (tebal 0.5 cm)	m ²	50.00	2,455,000
4	Siaran 1 : 2	m ³	580.00	22,098,000
5	Gebalan Rumpit	m ²	6,113.16	89,111,533
6	Paving Block Natural 8 cm	m ²	4,075.44	151,708,254
				2,907,543,214
	C. OUTLET KOLAM RETENSI 3			
1	Galian Tanah Lumpur	m ³	100.08	7,255,981
2	Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	336.80	56,582,400
3	Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	314.33	167,226,060
4	Pasangan bronjong kawat ø 3mm (0.5 x 1.0 x 3.0) pabrikasi	bh	14.00	3,487,400
5	Plesteran 1 : 3 (tebal 1.5 cm)	m ²	31.14	1,528,974
6	Siaran 1 : 2	bh	271.29	10,336,073
				246,416,888
4.4	KOLAM RETENSI 4 (Bangil Tak)			
	A. KOLAM RETENSI 4			
1	Galian Tanah Lumpur	m ³	3,840.01	276,480,432
2	Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	173.70	29,181,600
3	Pasangan Batu Kali 1 : 4	m ³	2,098.50	1,116,402,532
4	Beton Mutu K 175	m ²	18.84	4,690,413
5	Plesteran 1 : 3 (tebal 2 cm)	m ²	26.24	1,285,760
6	Siaran 1 : 2	bh	1,643.80	62,464,400
7	Pintu Flap Gate b = 2,0 m	bh	1.00	18,803,000
				1,509,308,137
				11,035,283,806
DIV. V	PEKERJAAN TANGGUL KOLAM RETENSI			
5.1	TANGGUL KOLAM RETENSI 1 (Panjang =55.256 m)			
1	Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	55,712.25	9,359,658,630
2	Striping/Kupasan	m ³	4,037.24	4,037,240
3	Timbunan Pasir dari luar	m ³	552.29	92,784,720
				9,456,480,590
5.2	TANGGUL KOLAM RETENSI 2 (Panjang =40.333 m)			
1	Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	43,209.85	7,259,255,237
2	Striping/Kupasan	m ³	3,072.88	3,072,882
3	Timbunan Pasir dari luar	m ³	407.54	68,467,392
				7,330,795,511
5.3	TANGGUL KOLAM RETENSI 3 (Panjang = 35.907 m)			
1	Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	33,967.64	5,706,564,125
2	Striping/Kupasan	m ³	2,614.90	2,614,898
3	Timbunan Pasir dari luar	m ³	359.07	60,323,088
				5,769,502,111
5.4	TANGGUL KOLAM RETENSI 4 (Panjang =11.763 m)			
1	Timbunan Tanah dengan bahan dari Borrow Area	m ³	35,289.00	5,928,552,000
2	Striping/Kupasan	m ³	3,528.90	3,528,900
3	Timbunan Pasir dari luar	m ³	2,352.60	395,236,800
				6,327,317,700
				28,884,095,911

NOMOR MATA PEMBAYARAN	URAIAN	SATUAN	VOLUME	TOTAL HARGA (Rp.)
DIV. VI	PEKERJAAN JEMBATAN (B=100 m)			
6.1	PEKERJAAN BANGUNAN BAWAH			
	1 Pek. Galian Tanah Pondasi/ Abutment	M3	52.90	3,856,410
	2 Pek. Anstamping	M3	9.28	2,615,104
	3 Pek. Cor Beton Lantai Kerja Abutment	M3	7.44	5,129,136
	4 Pek. Cor Beton Abutment (K-225)	M3	81.20	72,649,640
	5 Pek. Cor Wing Wall (K-175)	M3	22.49	18,803,889
	6 Pek. Beton Bertulang Tumpuan Leger	M3	1.92	10,497,999
	7 Pek. Tanah Urugan Abutment	M3	17.19	2,887,920
	8 Pek. Timbunan Oprit Jembatan	M3	532.05	106,344,233
	9 Pek. Talud	M3	118.15	65,080,377
				143,932,354
6.2	PEK. TIANG PANCANG			
	1 Pek. Tiang Pancang Pipa Galvanis Ø 12"	Kg	27,684.00	598,770,038
	2 Pek. Melancipkan Tiang Pancang Ø 12"	Bh	12.00	419,274
	3 Pek. Memancang Tiang Pancang Ø 12"	M1	216.00	18,648,317
	4 Pek. Beton Bertulang Tiang Pancang	M3	10.39	56,298,423
	5 Pek. Skor Angin Tiang Pancang Profil L 60:60:6	Kg	260.00	3,565,510
	6 Pek. Cincin Dan Baut Klam Skor Angin	Bh	24.00	1,800,000
	7 Pek. Pemas Leger WF 60 (Bantalan Leger Lantai)	Kg	1,696.00	19,392,488
	8 Pek. Sambungan Gelagar	Bh	40.00	16,000,000
	9 Pek. Baut Sambungan Gelagar	Bh	160.00	800,000
	10 Pek. Plat Penutup Tiang Pancang	Bh	12.00	600,000
	11 Pek. Las	Ls	1.00	2,500,000
				359,397,025
6.3	PEK. BANGUNAN ATAS			
	1 Pek. Pemas Leger Lantai WF 60	Kg	31,800.00	445,953,342
	2 Pek. Diafragma Besi Canal 200	Kg	1,395.00	19,130,333
	3 Pek. Skor Angin Leger Besi L 60:60:6	Kg	650.00	8,913,775
	4 Pek. Tiang Sandaran Besi UNP 100	Kg	930.00	12,753,555
	5 Pek. Sandaran Besi L 60:60:6	Kg	1,317.33	18,065,205
	6 Pek. Mengebor Besi	Bh	768.00	4,135,680
	7 Pek. Baut Kuku	Bh	3,000.00	75,000,000
	8 Pek. Pemasangan Papan Lantai	M2	240.00	75,678,960
	9 Pek. Poor Plank	M2	82.30	20,549,446
	10 Pek. Kolter	M2	720.00	7,620,480
	11 Pek. Las	Ls	60.00	87,000,000
	12 Cat Meni	M2	814.05	9,168,645
	13 Cat Perak	M3	814.05	10,151,204
				397,060,312
6.4	PEK. JALAN			
	1 Pek. Timbunan Oprit Jembatan	M3	522.60	104,454,847
	2 Pek. Talud	M3	630.00	347,021,898
	3 LPB	M2	440.00	98,218,032
	4 Prime Coat	Ltr	1,650.00	14,425,290
	5 Latasir	M2	1,650.00	53,033,607
				308,576,837
				1,208,966,528
DIV. VII	JUMLAH PEKERJAAN JEMBATAN			
	1 Pekerjaan Jembatan B=80 m	Bh	1.00	967,173,223
	2 Pekerjaan Jembatan B=115 m	Bh	1.00	1,390,311,508
	3 Pekerjaan Jembatan B=117 m	Bh	1.00	1,414,490,838
	4 Pekerjaan Jembatan B=95 m	Bh	1.00	1,148,518,202
	5 Pekerjaan Jembatan B=67 m	Bh	1.00	810,007,574
	6 Pekerjaan Jembatan B=133 m	Bh	1.00	1,607,925,483
				7,338,426,827
				7,338,426,827

Lampiran 10 Biaya dan keuntungan Proyek

NO	NAMA SUNGAI	ITEM PEKERJAAN	SUB-ITEM	SUB-BIAYA	JUMLAH BIAYA	Biaya Proyek	Manfaat Proyek	Manfaat Proyek	
1	Kali Kedunglarangan	Normalisasi			Rp 186,321,731,445		42,545,166,668		
		Sudetan Kalanganyar			Rp 14,606,693,246		1,952,542,297		
	Kali Kalanganyar	Normalisasi			Rp 14,435,385,796	Rp 215,363,810,487	5,145,561,347	49,643,270,312	
2	Kali Wrati	Normalisasi			Rp 5,661,953,496		18,651,299,954		
		Kolam Retensi 1					28,420,664,717		
			Inlet	Rp 255,561,701					
			Kolam	Rp 2,736,028,462					
			Outlet	Rp 267,189,965					
			Tanggul	Rp 9,456,480,590	Rp 12,715,260,718				
			Kolam Retensi 2					28,420,664,717	
			Inlet	Rp 242,302,941					
			Kolam	Rp 2,371,107,279					
			Outlet	Rp 264,102,733					
			Tanggul	Rp 7,330,795,511	Rp 10,208,308,464				
			Kolam Retensi 3					28,471,923,091	
			Inlet	Rp 235,722,485					
	Kolam	Rp 2,907,543,214							
	Outlet	Rp 246,416,888							
	Tanggul	Rp 5,769,502,111	Rp 9,159,184,698	Rp 37,744,707,376			103,964,552,480		
3	Kali Masangan	Normalisasi			Rp 15,207,205,160		11,225,334,811		
		Sudetan Raci			Rp 6,297,166,200		1,282,212,499		
	Kali Raci	Normalisasi			Rp 16,171,459,220	Rp 37,675,830,580	2,345,557,459	14,853,104,770	
4	BangilTak	Normalisasi			Rp 208,210,590,000		193,065,341,162		
		Sudetan Gondanglegi			Rp 502,443,256		799,675,085		
		Kolam Retensi 4				Rp 7,836,625,837	Rp 216,549,659,093	187,576,387,133	381,441,403,380
			Kolam	Rp 1,509,308,137					
		Tanggul	Rp 6,327,317,700						

SID NORMALISASI KALI
 BANGILTAK,
 KALI WRATI DAN KALI
 KEDUNGLARANGAN
 KABUPATEN PASURUAN
 TAHUN 2009

Gambar

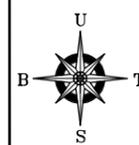
DAERAH GENANGAN

Keterangan

- - - - - Batas Catchment Area Kali Kedunglarangan
- - - - - Batas Sub Catchment Area
- — — — — Batas Pantai
- - - - - Batas Kabupaten
- - - - - Batas Kecamatan
- - - - - Batas Desa
- — — — — Jalan Negara
- + + + + + Rel KA
- — — — — Jalan Kabupaten
- - - - - Jalan Desa
- ~~~~~ Sungai
- Daerah Genangan

Sumber

Dinas Pengairan dan Pertambangan Kabupaten Pasuruan dan Dinas Pengairan Kabupaten Sidoarjo

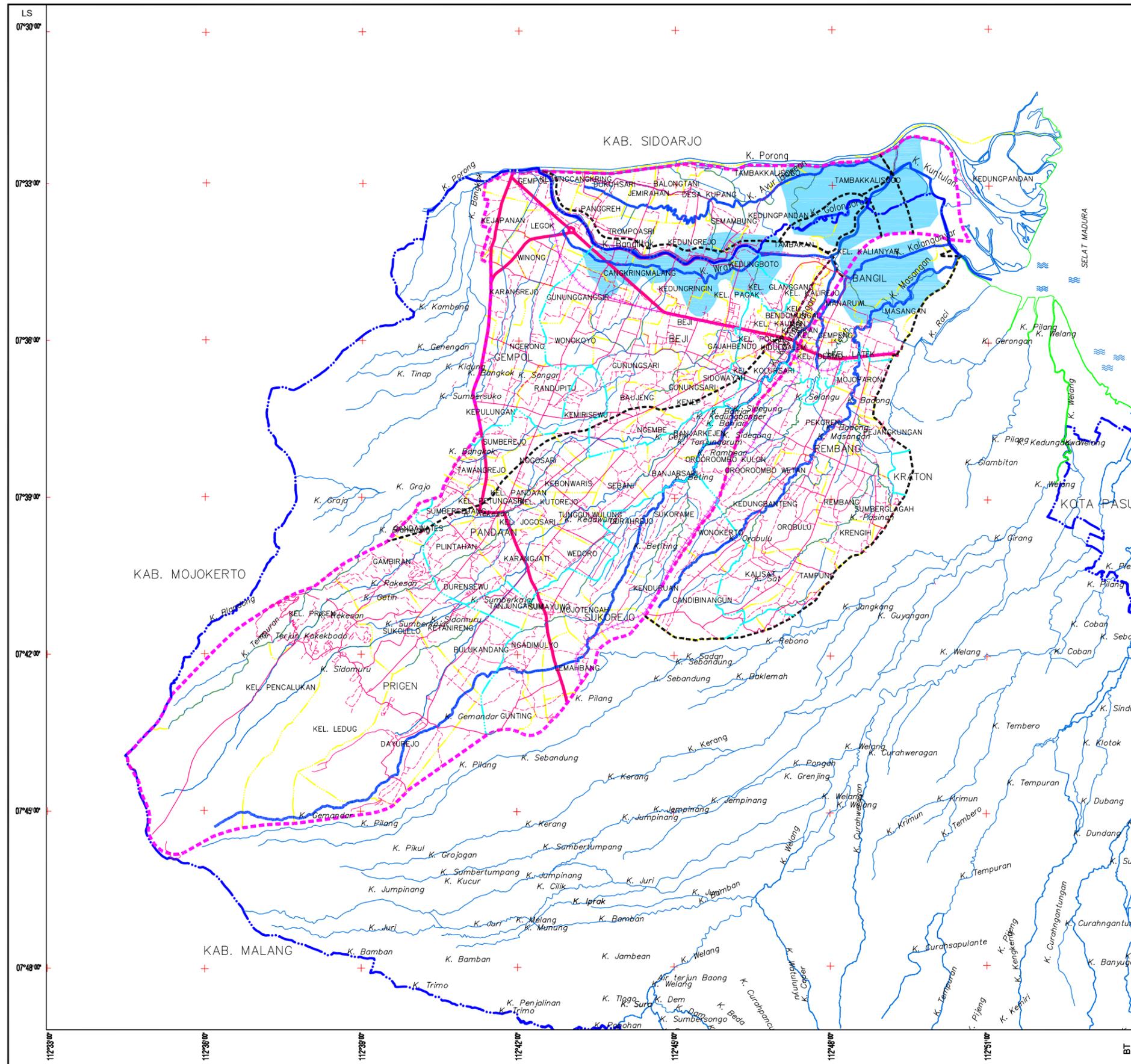


SKALA 1 : 150.000



NOMOR GAMBAR

2.16



Lampiran 14. Hasil survey harga tanah/lahan

lahan tambak, harga pasaran lahan lingkungan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	250	98,4	98,4	98,4
Rp. 10.000.000/M2	1	,4	,4	98,8
Rp. 25.000.000/M2	1	,4	,4	99,2
Rp. 500.000/M2	1	,4	,4	99,6
Rp. 75.000.000/M2	1	,4	,4	100,0
Total	254	100,0	100,0	

lahan sawah, harga pasaran lahan lingkungan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	206	81,1	81,1	81,1
Rp. 100.000/M2	7	2,8	2,8	83,9
Rp. 150.000/M2	14	5,5	5,5	89,4
Rp. 160.000/M2	2	,8	,8	90,2
Rp. 200.000/M2	2	,8	,8	90,9
Rp. 300.000/M2	1	,4	,4	91,3
Rp. 40.000/M2	3	1,2	1,2	92,5
Rp. 45.000/M2	1	,4	,4	92,9
Rp. 60.000/M2	9	3,5	3,5	96,5
Rp. 70.000/M2	5	2,0	2,0	98,4
Rp. 80.000/M2	2	,8	,8	99,2
Rp. 90.000/M2	1	,4	,4	99,6
Rp. 90.000M2	1	,4	,4	100,0
Total	254	100,0	100,0	

lahan tegalan, harga pasaran lahan lingkungan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	249	98,0	98,0	98,0
Rp. 150.000/M2	1	,4	,4	98,4
Rp. 200.000/M2	1	,4	,4	98,8
Rp. 250.000/M2	1	,4	,4	99,2
Rp. 70.000/M2	1	,4	,4	99,6
Rp. 75.000/M2	1	,4	,4	100,0
Total	254	100,0	100,0	

lahan rumah/pabrik, harga pasaran lahan lingkungan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	210	82,7	82,7	82,7
Rp. 100.000/M2	1	,4	,4	83,1
Rp. 150.000/M2	3	1,2	1,2	84,3
Rp. 175.000/M2	1	,4	,4	84,6
Rp. 20.000/M2	1	,4	,4	85,0
Rp. 200.000/M2	6	2,4	2,4	87,4
Rp. 250.000/M2	3	1,2	1,2	88,6
Rp. 30.000/M2	1	,4	,4	89,0
Rp. 40.000/M2	4	1,6	1,6	90,6
Rp. 45.000/M2	1	,4	,4	90,9
Rp. 50.000/M2	15	5,9	5,9	96,9
Rp. 60.000/M2	7	2,8	2,8	99,6
Rp. 80.000/M2	1	,4	,4	100,0
Total	254	100,0	100,0	

Ketr : Diluar lahan yang ditempati

Harga Pasaran Lahan Tambak

Harga Pasaran Lahan Tambak	F	%	Rp	Total
Rp. 10.000.000 / m2	1	25.00%	10,000,000.00	10,000,000.00
Rp. 25.000.000 / m2	1	25.00%	25,000,000.00	25,000,000.00
Rp. 500.000 / m2	1	25.00%	500,000.00	500,000.00
Rp. 750.000 / m2	1	25.00%	750,000.00	750,000.00
				-
TOTAL/RERATA	4	100%		9,062,500.00

Harga Pasaran Lahan Sawah

Harga Pasaran Lahan Sawah	F	%	Rp	Total
Rp. 100.000 / m2	7	14.58%	100,000.00	700,000.00
Rp. 150.000/ m2	14	29.17%	150,000.00	2,100,000.00
Rp. 160.000 / m2	2	4.17%	160,000.00	320,000.00
Rp. 200.000 / m2	2	4.17%	200,000.00	400,000.00
Rp. 300.000 / m2	1	2.08%	300,000.00	300,000.00
Rp. 40.000 / m2	3	6.25%	40,000.00	120,000.00
Rp. 45.000 / m2	1	2.08%	45,000.00	45,000.00
Rp. 60.000 / m2	9	18.75%	60,000.00	540,000.00
Rp. 70.000 / m2	5	10.42%	70,000.00	350,000.00
Rp. 80.000 / m2	2	4.17%	80,000.00	160,000.00
Rp. 90.000 / m2	2	4.17%	90,000.00	180,000.00
TOTAL/RERATA	48	100%		108,645.83

Harga Pasaran Lahan Tegalan

Harga Pasaran Lahan Tega;an	F	%	Rp	Total
Rp. 150.000 / m2	1	20.00%	150,000.00	150,000.00
Rp. 200.000 / m2	1	20.00%	200,000.00	200,000.00
Rp. 250.000 / m2	1	20.00%	250,000.00	250,000.00
Rp. 75.000 / m2	1	20.00%	75,000.00	75,000.00
Rp. 70.000 / m2	1	20.00%	70,000.00	70,000.00
TOTAL/RERATA	5	100%		149,000.00

Harga Pasaran Lahan Rumah/Pabrik

Harga Pasaran Lahan Rumah/Pabrik	F	%	Rp	Total
Rp. 100.000 / m2	1	2.27%	100,000.00	100,000.00
Rp. 150.000/ m2	3	6.82%	150,000.00	450,000.00
Rp. 175.000 / m2	1	2.27%	175,000.00	175,000.00
Rp. 200.000 / m2	6	13.64%	200,000.00	1,200,000.00
Rp. 250.000 / m2	3	6.82%	250,000.00	750,000.00
Rp. 20.000 / m2	1	2.27%	20,000.00	20,000.00
Rp. 30.000 / m2	1	2.27%	30,000.00	30,000.00
Rp. 40.000 / m2	4	9.09%	40,000.00	160,000.00
Rp. 45.000 / m2	1	2.27%	45,000.00	45,000.00
Rp. 50.000 / m2	15	34.09%	50,000.00	750,000.00
Rp. 60.000 / m2	7	15.91%	60,000.00	420,000.00
Rp. 80.000 / m2	1	2.27%	80,000.00	80,000.00
TOTAL/RERATA	44	100%		95,000.00

Lampiran 15. Hasil survey penyebab banjir

Penyebab terjadinya banjir	F	%
Sungai banyak timbunan sawah	92	41.63%
Banyak endapan dalam sungai	23	10.41%
Sungai kurang lebar	14	6.33%
Tanggul kurang tinggi	20	9.05%
Sungai lebih tinggi dari rumah & lahan	2	0.90%
Sungai tidak mampu menampung aliran	29	13.12%
Sungai makin menyempit	3	1.36%
Wilayah lain lebih tinggi dr. lingk. setempat	34	15.38%
Hujan deras	3	1.36%
Menjadi tempat pertemuan beberapa sungai	1	0.45%
Lainnya		
TOTAL	221	100%

Pernah menerima bantuan ketika banjir	F	%
Ya	127	57.47%
Tidak	94	42.53%
TOTAL	221	100%

Jenis bantuan yang pernah diterima	F	%
Uang	5	3.94%
kebutuhan pokok	83	65.35%
Lainnya	39	30.71%
TOTAL	127	100%

Pihak pemberi bantuan	F	%
Pemerintah	95	74.80%
Masyarakat lain	6	4.72%
Lainnya	26	20.47%
TOTAL	127	100%

Banjir dapat diatasi	F	%
Ya	30	13.57%
Tidak	183	82.81%
Tidak tahu/pesimis	8	3.62%
TOTAL	221	100%

Lampiran 16. Hasil survey data banjir

Lingkungan tergenang air ketika musim hujan	F	%
Ya	221	87%
Tidak	33	13%
TOTAL	254	100%

Air masuk kedalam rumah	F	%
Ya	185	84%
Kadang-kadang	17	8%
Tidak	19	9%
TOTAL	221	100%

Frekuensi air masuk dalam rumah	F	%
1 - 2 kali	41	20%
3 - 4 kali	62	31%
5 - 6 kali	58	29%
7 - 8 kali	26	13%
> 9 kali	7	3%
setiap musim hujan	8	4%
TOTAL	202	100%

Frekuensi banjir sekitar rumah	F	%
1 - 2 kali		0%
3 - 4 kali		0%
5 - 6 kali		0%
7 - 8 kali		0%
> 9 kali		0%
setiap musim hujan	19	100%
TOTAL	19	100%

Ketinggian air masuk dalam rumah	F	%
< 10 cm	14	7%
11 - 50 cm	110	54%
51 - 100 cm	62	31%
> 100 cm	16	8%
TOTAL	202	100%

Kedalaman genangan air di sekitar rumah	F	%
< 10 cm		0%
11 - 50 cm		0%
51 - 100 cm		0%
> 100 cm	19	100%
TOTAL	19	100%

Lama banjir dalam rumah	F	%
< 1 hari	3	1%
1 - 3 hari	74	37%
4 - 6 hari	22	11%
1 minggu	90	45%
> 1 minggu	13	6%
TOTAL	202	100%

Lama banjir di sekitar rumah	F	%
< 1 hari		0%
1 - 3 hari		0%
4 - 6 hari		0%
1 minggu		0%
> 1 minggu	19	100%
TOTAL	19	100%

Kerugian akibat banjir	F	%
Gangguan kesehatan	191	86.43%
Gangguan perjalanan	15	6.79%
Kerugian finansial	14	6.33%
Lainnya	1	0.45%
TOTAL	221	100%

Jenis penyakit yg sering diderita akibat banjir	F	%
demam	99	52%
sakit perut	21	11%
penyakit kulit	48	25%
influenza	23	12%
TOTAL	191	100%

Jenis kerugian finansial akibat banjir	F	%
Kerusakan bangunan	99	44.80%
Kerusakan alat rumah tangga	40	18.10%
Pembersihan rumah & halaman	22	9.95%
Tidak dapat penghasilan	55	24.89%
Biaya pengobatan	2	0.90%
Kehilangan produksi/penjualan	2	0.90%
Lainnya	1	0.45%
TOTAL	221	98%

Rata-2 nilai kerugian finansial akibat banjir masuk ke dalam rumah	F	%
< Rp. 100.000	7	3.47%
Rp. 100.000 - Rp. 500.000	19	9.41%
Rp. 500.001 - Rp. 1.000.000	75	37.13%
Rp. 1.000.001 - Rp. 1.500.000	99	49.01%
Rp. 1.500.001 - Rp. 2.000.000	1	0.50%
Rp. 2.000.001 - Rp. 2.500.000	0	0.00%
Rp. 2.500.001 - Rp. 3.000.000	1	0.50%
> Rp. 3.000.000		
TOTAL	202	99%

Rata-2 nilai kerugian finansial akibat banjir di halaman rumah	F	%
< Rp. 100.000	3	15.79%
Rp. 100.000 - Rp. 500.000	15	78.95%
Rp. 500.001 - Rp. 1.000.000	1	5.26%
Rp. 1.000.001 - Rp. 1.500.000		0.00%
Rp. 1.500.001 - Rp. 2.000.000		0.00%
Rp. 2.000.001 - Rp. 2.500.000		0.00%
Rp. 2.500.001 - Rp. 3.000.000		0.00%
> Rp. 3.000.000		
TOTAL	19	100%

Besar nilai pengobatan akibat banjir	F	%
< Rp. 50.000	7	3.17%
Rp. 50.001 - Rp. 100.000	19	8.60%
Rp. 100.001 - Rp. 150.000	101	45.70%
Rp. 150.001 - Rp 200.000	94	42.53%
> Rp. 200.000		0.00%
TOTAL	221	100%

Kepemilikan lahan di tempat lain	Tambak		Sawah		Tegalan		Rumah/Pabrik	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Ya	1	0.4%	21	8.3%	3	1.2%	9	3.5%
Tidak	253	99.6%	233	91.7%	251	98.8%	245	96.5%
TOTAL	254	100.0%	254	100%	254	100%	254	100%

Luas lahan	Tambak		Sawah		Tegalan		Rumah/Pabrik	
	F	%	F	%	F	%	F	%
< 100 m2			4	19.0%	3	100.0%	8	88.9%
101 - 500 m2			4	19.0%				
501 - 1000 m2	1	100.0%	3	14.3%				
1001 - 2000 m2			5	23.8%				
> 2001 m2			5	23.8%			1	11.1%
TOTAL	1	100.0%	21	100%	3	100%	9	100%

Status lahan	Tambak		Sawah		Tegalan		Rumah/Pabrik	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Hak milik/HGB	1	100.0%	15	71.4%	1	33.3%	5	55.6%
Petok D							2	22.2%
Sewa tahunan			3	14.3%	2	66.7%		
Sewa bulanan								
Lainnya			3	14.3%			2	22.2%
TOTAL	1	100.0%	21	100%	3	100%	9	100%

Terkena banjir	Tambak		Sawah		Tegalan	
	F	%	F	%	F	%
Ya	1	100.0%	20	95.2%	3	100.0%
Tidak			1	4.8%		
TOTAL	1	100.0%	21	100%	3	100.0%

Lama banjir terjadi	Tambak		Sawah		Tegalan	
	F	%	F	%	F	%
< 1 hari			1	4.8%		
1 - 3 hari			1	4.8%		
4 - 6 hari						
1 minggu	1	100.0%	3	14.3%	2	66.7%
> 1 minggu			16	76.2%	1	33.3%
TOTAL	1	100.0%	21	100%	3	100%

Kedalaman banjir	Tambak		Sawah		Tegalan	
	F	%	F	%	F	%
< 10 cm						
11 - 50 cm	1	100.0%	1	4.8%		
51 - 100 cm			2	9.5%	1	33.3%
> 100 cm			18	85.7%	2	66.7%
TOTAL	1	100.0%	21	100%	3	100%

Kerugian akibat banjir	Tambak	
	F	%
Ikan lepas	1	100.0%
Tambak hancur		
Tidak ada kerugian		
Lainnya		
TOTAL	1	100.0%

Kerugian akibat banjir	Sawah	
	F	%
Padi rusak	20	95.2%
Tanah sawah rusak	1	4.8%
Pematang sawah hancur		
Lainnya		
TOTAL	21	100.0%

Kerugian akibat banjir	Tegalan	
	F	%
Tanaman busuk/rusak	1	33.3%
Tanah tegal rusak	2	66.7%
Ternak terganggu		
Lainnya		
TOTAL	3	100.0%

Kerugian finansial akibat banjir	Tambak		Sawah		Tegalan	
	F	%	F	%	F	%
< Rp. 1.000.000					2	66.7%
Rp. 1.000.000 - Rp. 2.000.000	1	100.0%	5	23.8%	1	33.3%
Rp. 2.000.001 - Rp. 3.000.000			2	9.5%		
Rp. 3.000.001 - Rp. 4.000.000			3	14.3%		
Rp. 4.000.001 - Rp. 5.000.000			1	4.8%		
Rp. 5.000.001 - Rp. 6.000.000						
> Rp. 6.000.000			10	47.6%		
TOTAL	1	100.0%	21	100%	3	100%

SID NORMALISASI KALI
 BANGILTAK,
 KALI WRATI DAN KALI
 KEDUNGLARANGAN
 KABUPATEN PASURUAN
 TAHUN 2009

Gambar

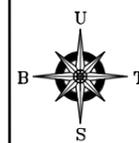
DAERAH GENANGAN

Keterangan

- - - - - Batas Catchment Area Kali Kedunglarangan
- - - - - Batas Sub Catchment Area
- — — — — Batas Pantai
- - - - - Batas Kabupaten
- - - - - Batas Kecamatan
- - - - - Batas Desa
- — — — — Jalan Negara
- + + + + + Rel KA
- — — — — Jalan Kabupaten
- - - - - Jalan Desa
- ~~~~~ Sungai
- Daerah Genangan

Sumber

Dinas Pengairan dan Pertambangan Kabupaten Pasuruan dan Dinas Pengairan Kabupaten Sidoarjo

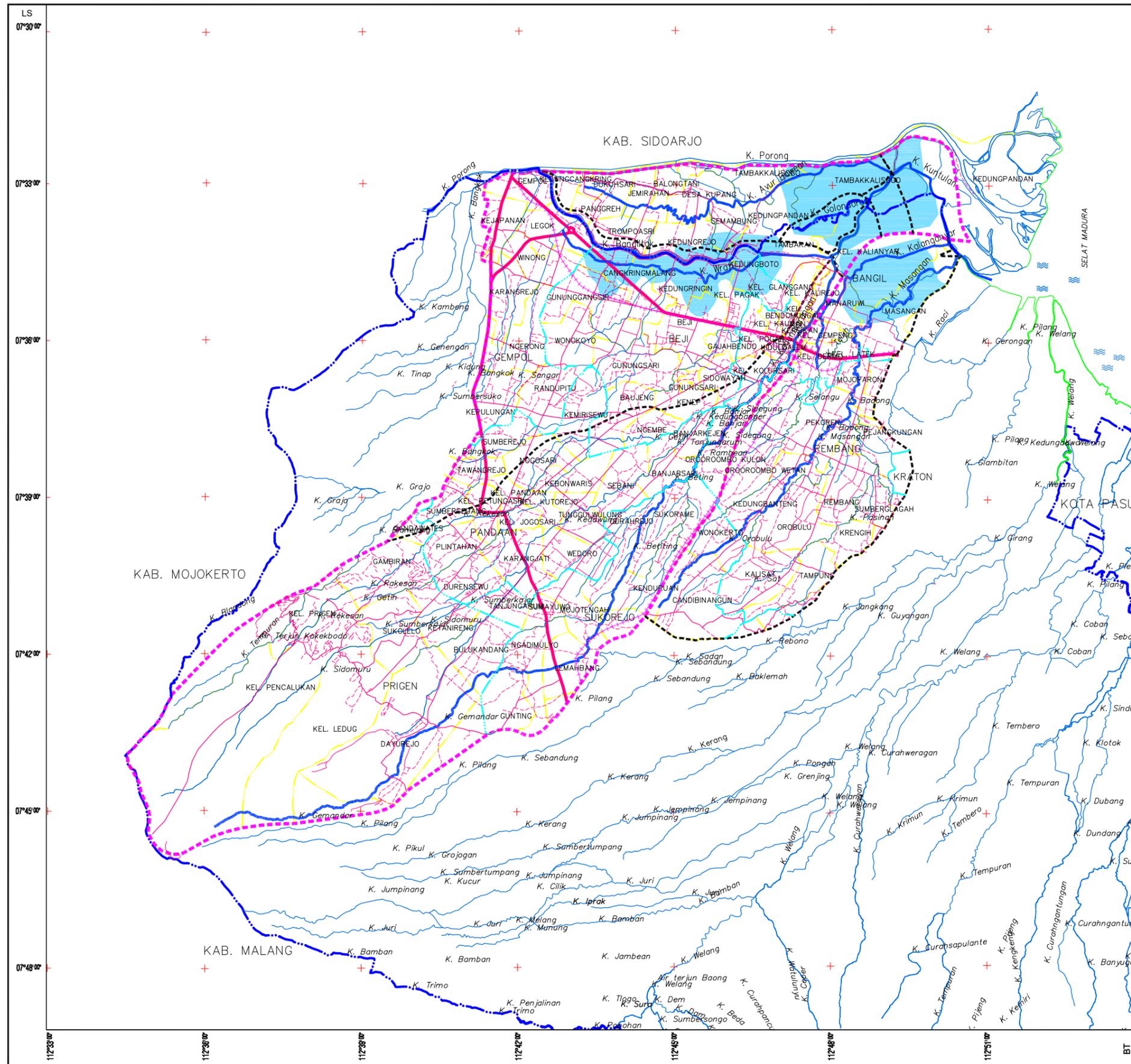


SKALA 1 : 150.000



NOMOR GAMBAR

2.16



Lampiran 13. Peta Tata Guna Lahan

