



**PERAN SERTA MASYARAKAT PADA PENYUSUNAN
RENCANA PENGELOLAAN DAYA RUSAK
SUMBER DAYA AIR**

TESIS

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil**

Oleh

Benny Murdiono

L4A006106

**PROGRAM PASCA SARJANA
MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2008**

**PERAN SERTA MASYARAKAT PADA PENYUSUNAN
RENCANA PENGELOLAAN DAYA RUSAK
SUMBER DAYA AIR**

Disusun Oleh :

Benny Murdiono

NIM : L4A 006 106

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :

13 SEPTEMBER 2008

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil**

Tim Penguji

- | | | |
|----------------------|---------------------------------------|----------------|
| 1. Ketua | : Dr. Ir. Suripin, M.Eng | (.....) |
| 2. Sekretaris | : Dr. Ir. Suseno Darsono, M.Sc | (.....) |
| 3. Anggota 1 | : Ir. Pranoto SA, Dipl. HE, MT | (.....) |
| 4. Anggota 2 | : Ir. Hery Budienny, MT | (.....) |

Semarang, 20 September 2008

Universitas Diponegoro

Program Pascasarjana

Magister Teknik Sipil

Ketua,

Dr. Ir. Suripin, M.Eng

ABSTRAKSI

Banjir tahunan yang terjadi di Sungai Beringin menyebabkan kerugian finansial bagi masyarakat di sekitar Sungai Beringin. Berdasarkan UU Sumber Daya Air No 7 Tahun 2004, pemerintah bertanggung jawab untuk mengatasi permasalahan banjir. Tanggung jawab tersebut membuat Pemerintah Kota Semarang perlu menentukan kebijakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan banjir, terutama untuk mengatasi banjir di Sungai Beringin. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa banjir pada DAS Beringin dan menganalisa respon dan keinginan masyarakat sekitar Sungai Beringin tentang upaya-upaya pengelolaan banjir di Sungai Beringin. Teknik wawancara dan kuesioner adalah metodologi yang dipilih untuk mengetahui respon dan keinginan terhadap upaya pengelolaan banjir. Analisa data dilakukan dengan menggunakan PROMETHEE untuk mendapatkan alternatif pengelolaan banjir yang paling ideal. Hasil analisa menunjukkan bahwa metode restorasi sungai merupakan pilihan yang paling ideal. Kesimpulan penelitian adalah DAS Beringin mempunyai karakteristik sungai yang melebar pada bagian hulu dan menyempit pada bagian hilirnya, debit banjir lima tahunan DAS Beringin adalah $166 \text{ m}^3/\text{detik}$, telah terjadi perubahan tata guna lahan pada DAS Beringin, dan metode restorasi sungai merupakan metode yang paling ideal untuk mengatasi banjir.

Kata kunci : Sungai Beringin, Banjir, Kebijakan

ABSTRACT

Yearly floods from Beringin River cause financial lose for citizen who lives nearly Beringin River. According Water Resources Law No 7 Year 2004, government has responsibility to mitigate flood problem. The responsibility makes Semarang government need to decide the right policy to mitigate the flood problem, especially about flood handling at Beringin River. The objective of the research is determining flood management policy at Beringin River watershed. The research also tries to analyze the citizen's response and desire about flood management efforts at Beringin River. Interview and questionnaire methodology were chosen for investigating the response and desire about flood management efforts. The data are analyzed use PROMETHEE to get the most ideal flood management alternative. The analyze result show that river restoration method is the most ideal alternative. Asconclusions , Beringin River watershed has characteristic with widen river size at upstream and thinner river size at downstream, the flood discharge with return period five years is $166 \text{ m}^3/\text{s}$, the change of land use has occurred at Beringin River watershed, and river restoration method is the most ideal solution to mitigate flood.

Keywords : Beringin River, flood, policy

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis kehadirat Allah S.W.T karena dengan limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul **“Peran Serta Masyarakat Dalam Penyusunan Rencana Pengelolaan Daya Rusak Sumber Daya Air”**.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari segi materi maupun dalam hal melakukan analisis. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun yang berkenaan dengan Tesis ini akan penulis terima dengan senang hati.

Dalam menyelesaikan Tesis ini, penulis menyadari bahwa tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak, penulis tidak akan dapat menyelesaikan Tesis ini. Berkenaan dengan itu, penulis bermaksud mengungkapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Suripin, M.Eng dan Dr. Ir. Suseno Darsono, M.Sc yang telah banyak memberikan bantuan waktu, tenaga, pikiran, serta kesabaran dalam penulisan Tesis ini, Ir. Pranoto, S.A, Dipl. H.E., MT selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan Tesis ini, Bapak dan Ibu Dosen yang telah membantu dalam pencapaian suatu pemahaman terhadap ilmu-ilmu teknik sipil khususnya tentang sumber daya air di Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, serta seluruh karyawan dan staf tata usaha Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, kedua orang tua, kakak dan adik serta seluruh keluarga besar penulis, Siswandari Cahyaningtyas, dan teman-teman Magister Teknik Sipil 2006 atas motivasi dan saran-sarannya. Semoga amal kebaikan tersebut mendapat balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa.

Semoga Tesis ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi kita. Selain itu semoga berguna bagi bangsa dan Negara Indonesia.

Semarang, Agustus 2008

Penulis

Benny Murdiono

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAKSI	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	5
1.4 Lingkup Penelitian	5
1.5 Lokasi Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6

BAB II DESKRIPSI DAERAH STUDI

2.1 Tinjauan Umum	8
2.2 Iklim	9
2.3 Topografi	9
2.4 Geologi	10
2.5 Penggunaan Lahan	11
2.6 Kependudukan	11

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Banjir	13
3.1.1 Penyebab Banjir	14
3.1.2 Kawasan Rawan Banjir	15
3.2 Analisa Banjir	16
3.2.1 Kemiringan Lahan	16
3.2.2 Nilai Manning (n)	17
3.2.3 Daerah Tutupan Lahan	18
3.3 Metode-metode Dalam Pengelolaan Banjir	19
3.3.1 Metode Tanggul	20
3.3.2 Restorasi Sungai	21
3.3.3 Pembuatan Embung	21
3.3.4 Relokasi	22
3.3.5 Penegakan Hukum	22
3.3.6 Pengelolaan DAS	22
3.4 Peran Serta Masyarakat	23
3.5 DSS (<i>Decision Support System</i>)	24
3.5.1 Model-model DSS	26

3.5.2	Penentuan Kebijakan Dengan Menggunakan PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation)	29
-------	--	----

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1	Metode Pendekatan	31
4.2	Populasi dan Penarikan Sampel	31
4.3	Pengumpulan Data	32
4.4	Analisa Data	33
4.5	Analisa Banjir.....	33
4.6	Analisa Penentuan Kebijakan Menggunakan PROMETHEE.....	34
4.6.1	Variabel	34
4.6.2	Kriteria Pembobotan	35
4.6.3	Skoring	35
4.7	Bagan Alir Penelitian	40

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1	Analisa Banjir Sungai Beringin	43
5.1.1	Analisa Luasan DAS Beringin	43
5.1.2	Analisa Tutupan Lahan	44
5.1.3	Analisa Kemiringan Lahan	46
5.1.4	Analisa Curah Hujan	48
5.1.5	Analisa EPA-SWMM	49
5.2	Analisa Metode-Metode Penanggulangan Banjir	52
5.2.1	Analisa Metode Tanggul	53
5.2.2	Analisa Metode Restorasi Sungai	53
5.2.3	Analisa Metode Embung.....	54
5.2.4	Analisa Metode Relokasi	57
5.2.5	Analisa Metode Penegakan Hukum	58
5.2.6	Analisa Metode Pengelolaan DAS (Daerah Aliran Sungai)	60
5.3	Penentuan Kebijakan Menggunakan PROMETHEE.....	61
5.3.1	Analisa Hasil Kuesioner.....	61
5.3.2	Analisa Penentuan Kebijakan dengan PROMETHEE.....	64

BAB VI PENUTUP

6.1	Kesimpulan	71
6.2	Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
3.1	Manning's Roughness (n) for Overland Flow	18
5.1	Luas Sub DAS Beringin	43
5.2	Persentase Area Pervious dan Impervious Serta Nilai Manningnya pada DAS Beringin	46
5.3	Kemiringan Lahan Pada DAS Beringin	47
5.4	Nilai Y_n dan S_n	49
5.5	Hasil Analisa Banjir DAS Beringin Menggunakan SWMM	49
5.6	Detail Saluran S25	52
5.7	Jenis Kelamin Responden	62
5.8	Umur Responden	62
5.9	Pendidikan Terakhir	63
5.10	Pekerjaan	63
5.11	Hasil Kuesioner	64
5.12	Evaluation Table	65
5.13	$\pi (i, j)$	67
5.14	$\pi (M1, M2)$	68

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
2.1	Peta Lokasi DAS Beringin	8
3.1	Prosedur DSS	26
4.1	Tahapan dalam EPA-SWMM	34
4.2	Tipe I Insensitive dalam PROMETHEE	35
4.3	Tipe II Indifference dalam PROMETHEE	36
4.4	Tipe III Linear dalam PROMETHEE	36
4.5	Tipe IV Level Criterion dalam PROMETHEE	37
4.6	Tipe V Linear with Indifference dalam PROMETHEE	37
4.7	Tipe VI Gaussian dalam PROMETHEE	38
4.8	Bagan Alir Penelitian	40
4.9	Alur Pikir Metode PROMETHEE	42
5.1	Pembagian Sub DAS pada DAS Beringin	44
5.2	Topografi dan Tata Guna Lahan Kecamatan Mijen, Ngaliyan, dan Tugu	48
5.3	Peta Analisa DAS Beringin Menggunakan EPA-SWMM	50
5.4	Total Inflow Pada Node O25	51
5.5	Flooding Pada Node O25	51
5.6	Kondisi Lapangan Saluran S25	52
5.7	Metode Tanggul Untuk Mengatasi Banjir Sungai Beringin	53
5.8	Metode Restorasi Sungai Untuk Mengatasi Banjir Sungai Beringin	54
5.9	Lokasi Embung pada Peta DAS Beringin	56
5.10	Hydrograph Pada Node O25 Sebelum dan Sesudah Adanya Embung	57
5.11	Peta RTRW Kota Semarang 2000-2010	58
5.12	Pembukaan Hutan Untuk Pemukiman	59
5.13	Sampah di Sungai Beringin	59
5.14	Diagram Hasil Analisa PROMETHEE	69

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
A.	Peta DAS Beringin	77
B.	Kuesioner	78
C.	Hasil Kuesioner	89
D.	Hasil Analisa PROMETHEE	101

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki sekitar 5.590 sungai utama dan sekitar 65.017 anak sungai dimana 600 sungai diantaranya berpotensi menimbulkan banjir. Panjang total sungai utama mencapai 94.573 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km² (Depkimpraswil, 2003).

Keberadaan sungai-sungai di Indonesia saat ini kondisinya mengalami degradasi baik kuantitas maupun kualitas airnya. Secara garis besar penyebab kerusakan sungai adalah sebagai berikut (Komite Nasional Pengelolaan Ekosistem Lahan Basah, 2004):

1. perubahan tata guna lahan,
2. erosi dan sedimentasi,
3. berkurangnya daerah resapan air,
4. pencemaran oleh limbah domestik dan industri, dan
5. pertumbuhan permukiman di bantaran sungai.

Kondisi sungai yang menurun kualitas maupun kuantitasnya dapat dilihat dari jumlah DAS kritisnya yang semakin bertambah, pada tahun 1984 tercatat 22 DAS kritis kemudian bertambah menjadi 39 pada tahun 1992, 59 pada tahun 1998, dan 62 DAS pada tahun 2003 (Depkimpraswil, 2003). Sedangkan menurut Menteri Kehutanan MS Kaban, pada tahun 2006 terdapat 282 DAS kritis di Indonesia (Kompas, 21 Desember 2006).

Keadaan sungai-sungai tersebut memperbesar peluang untuk terjadinya banjir pada suatu daerah. Dari berbagai kajian yang telah dilakukan, banjir yang melanda daerah-daerah rawan, pada dasarnya disebabkan tiga hal. *Pertama*, kegiatan manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan tata ruang dan berdampak pada perubahan alam, seperti mendirikan bangunan di bantaran sungai, seperti membuang sampah di sungai dan sebagainya. *Kedua*, peristiwa alam seperti curah hujan sangat tinggi, kenaikan permukaan air laut, badai, dan sebagainya. *Ketiga*, degradasi lingkungan seperti hilangnya tumbuhan penutup

tanah pada daerah aliran sungai, pendangkalan sungai akibat sedimentasi, penyempitan alur sungai dan sebagainya.

Perubahan tata guna lahan merupakan salah satu penyebab degradasi kualitas sungai yang paling dominan. Meningkatnya arus urbanisasi dan populasi penduduk menyebabkan peningkatan kebutuhan lahan. Karena luas lahan tidak bertambah, maka terjadi pembukaan-pembukaan lahan untuk tempat tinggal pada daerah hijau. Akibat dari pembukaan lahan tersebut adalah berkurangnya daerah resapan yang mengakibatkan banjir pada musim penghujan.

Terjadinya serangkaian banjir dalam waktu relatif pendek dan terulang tiap tahun, menuntut upaya lebih besar mengantisipasinya, sehingga kerugian dapat diminimalkan. Berbagai upaya pemerintah yang bersifat struktural (*structural approach*), ternyata belum sepenuhnya mampu menanggulangi masalah banjir di Indonesia (Direktorat Pengairan dan Irigasi, 2004). Penanggulangan banjir, selama ini lebih terfokus pada penyediaan bangunan fisik pengendali banjir untuk mengurangi dampak bencana. Lebih jauh, solusi secara struktural sering memiliki efek samping yaitu mengalihkan satu masalah dari satu tempat ke tempat yang lain. Sebagai contoh, pengeluaran air darurat dalam periode curah hujan tinggi dapat meningkatkan tinggi muka air secara dramatis dan membahayakan bagi daerah yang berada di hilirnya.

Selain itu, meskipun kebijakan non fisik yang umumnya mencakup partisipasi masyarakat dalam penanggulangan banjir sudah dibuat, namun kebijakan tersebut belum diimplementasikan secara baik. Bahkan tidak sesuai dengan kebutuhan masyarakat, sehingga efektifitasnya sering dipertanyakan. Kebijakan sektoral, sentralistik, dan *top-down* tanpa melibatkan masyarakat sudah tidak sesuai dengan perkembangan global yang menuntut desentralisasi, demokrasi, dan partisipasi *stakeholder*, terutama masyarakat yang terkena bencana.

Sungai Beringin merupakan salah satu sungai di Semarang yang menyumbang bencana banjir tiap tahunnya. Seringkali pada musim penghujan, tanggul pada Sungai Beringin tidak mampu menahan debit air Sungai Beringin sehingga tanggul tersebut jebol dan mengakibatkan banjir.

Setiap tahunnya, masyarakat di sekitar hilir Sungai Beringin harus mengalami kerugian material dan immaterial karena banjir tersebut. Tanggul Sungai Beringin hampir tiap tahun jebol setiap kali turun hujan dan warga harus berswadaya untuk memperbaiki tanggul tersebut (Suara Merdeka, 2 Februari 2005). Kondisi menjadi lebih buruk karena meskipun pemerintah telah mengetahui bahwa tanggul sungai jebol tiap tahunnya, pemerintah tidak melakukan upaya terhadap penanganan bencana tersebut (Kompas, 6 Oktober 2003).

Pasal 51 ayat (4) Undang-undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air berbunyi:

“Pengendalian daya rusak air sebagaimana dimaksud pada ayat (1) menjadi tanggung jawab Pemerintah, pemerintah daerah, serta pengelola sumber daya air wilayah sungai dan masyarakat.”

Dalam pasal tersebut jelas dikatakan bahwa Pemerintah mempunyai peranan yang penting dalam upaya pengendalian daya rusak air. Pentingnya peranan tersebut membuat Pemerintah Kota Semarang harus dengan tepat menentukan suatu kebijakan mengenai upaya pengendalian daya rusak air, terutama mengenai penanggulangan banjir Sungai Beringin

Beberapa program kebijakan telah dilakukan oleh Pemerintah Kota Semarang dalam mengatasi banjir di Sungai Beringin. Upaya-upaya seperti pembuatan tanggul di sepanjang Sungai Beringin, sosialisasi masyarakat akan larangan membuang sampah di sungai, dan rencana restorasi Sungai Beringin telah dilakukan. Namun berbagai upaya tersebut masih belum mampu mengatasi permasalahan banjir Sungai Beringin.

Kekeliruan perumusan kebijakan dapat menyebabkan berbagai kepentingan individu / kelompok menjadi lebih dominan, kemudian kebijakan dimanfaatkan untuk kepentingan negatif. Akibatnya kebijakan yang ditetapkan tidak efektif, bahkan batal. Dengan demikian, penanggulangan banjir yang hanya mengutamakan pembangunan fisik (*structural approach*), harus disinergikan dengan pembangunan non fisik (*non-structural approach*), yang menyediakan

ruang lebih luas bagi munculnya partisipasi masyarakat, sehingga hasilnya lebih optimal.

Dari penjelasan di atas, maka kebijakan penanggulangan banjir yang bersifat fisik, harus diimbangi dengan langkah-langkah non-fisik. Agar penanggulangan banjir lebih integratif dan efektif, diperlukan tidak hanya koordinasi di tingkat pelaksanaan, tetapi juga di tingkat perencanaan kebijakan, termasuk partisipasi masyarakat dan *stakeholder* lainnya.

Dalam mengambil suatu kebijakan, berbagai faktor perlu diperhatikan, baik faktor teknis maupun sosial. Faktor teknis dan sosial saling terkait satu sama lain dan seorang pembuat kebijakan tidak boleh mengabaikan salah satu diantaranya. Pengabaian salah satu faktor tersebut dapat membuat suatu kebijakan tidak bekerja dengan baik dan cenderung menimbulkan permasalahan baru.

Decision Support System (DSS) merupakan suatu sistem yang dapat memberikan informasi kepada pengambil keputusan untuk menentukan suatu kebijakan / keputusan. Cara kerja DSS adalah dengan mengumpulkan seluruh informasi terlebih dahulu. Setelah informasi terkumpul, tiap-tiap data diberi suatu bobot (*weight*) tertentu. Langkah selanjutnya adalah memasukkan data tersebut dalam suatu model dan akhirnya akan didapat suatu *output* yang berupa ranking. Biasanya ranking yang paling tinggi merupakan pilihan yang paling ideal.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisa banjir pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Beringin.
2. Mengidentifikasi dan mengevaluasi kegiatan pengelolaan banjir yang telah dilakukan oleh Pemerintah di Sungai Beringin.
3. Menganalisa respon dan keinginan masyarakat sekitar Sungai Beringin tentang upaya-upaya pengelolaan banjir di Sungai Beringin.
4. Merumuskan suatu kebijakan untuk pengelolaan masalah banjir pada DAS Beringin.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat merumuskan suatu kebijakan yang berhubungan dengan pengelolaan masalah banjir.

1.4 Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan studi tentang berbagai kegiatan dalam mengelola banjir lalu kemudian menganalisa kegiatan tersebut baik dari segi positif maupun negatifnya. Selain itu dilakukan juga survei terhadap masyarakat untuk mengetahui respon dan keinginan masyarakat terhadap kegiatan-kegiatan dalam mengelola banjir.

Karena luasnya permasalahan, maka penelitian ini dibatasi dengan pembatasan-pembatasan sebagai berikut:

1. Hanya meneliti mengenai karakteristik DAS Beringin.
2. Analisa penyebab banjir DAS Beringin menggunakan *software* EPA-SWMM.
3. Metode pengendalian banjir yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dengan tanggul, restorasi, pembuatan embung, relokasi, penegakan hukum, dan pengelolaan DAS.
4. Karena penelitian difokuskan pada masalah banjir Sungai Beringin, maka peneliti hanya meneliti mengenai respon dan keinginan masyarakat sekitar Sungai Beringin terhadap pengelolaan masalah banjir.
5. Metode *Decision Support System* (DSS) dalam pengambilan keputusan yang digunakan adalah PROMETHEE (**P**reference **R**anking **O**rganizational **M**ETHod for **E**nrichment **E**valuation).

1.5 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di DAS dan dataran banjir Sungai Beringin. Sungai Beringin merupakan salah satu sungai yang mengalir di wilayah Semarang Barat, yang berhulu dari Kecamatan Mijen dan Kecamatan Ngaliyan dan bermuara di Kecamatan Tugu (mengalir terus ke laut Jawa). Sungai ini diapit oleh Sungai Plumbon di sebelah timur serta Sungai Kreo di sebelah barat. Panjang Sungai

Beringin kurang lebih 15,5 km, dengan luas daerah aliran sungai (DAS) 32 km². Pada bagian hulu DAS Beringin, kondisi daerah sekitarnya masih berupa lahan terbuka dan areal perkebunan. Sedangkan pada daerah hilirnya berupa pemukiman penduduk dan bangunan infrastruktur.

1.6 Sistematika Penulisan

Tesis ini terdiri dari 6 (enam) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian lingkup penelitian, lokasi penelitian, dan sistematika penyusunan.

BAB II: DESKRIPSI WILAYAH STUDI

Bab ini membahas tentang lingkup wilayah yang menjadi topik permasalahan, beserta penjelasan mengenai iklim, kondisi topografi, geologi, penggunaan lahan dan kependudukan.

BAB III: TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian serta rumusan pengerjaan untuk menyelesaikan permasalahan.

BAB IV: METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai metode penelitian yang digunakan, termasuk didalamnya membahas mengenai metode pendekatan, populasi dan penarikan sampel, metode pengumpulan data, metode analisis data, serta rencana penelitian.

BAB V: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang analisa dan pembahasan dari hasil pengumpulan data, karakteristik DAS Beringin, kegiatan-kegiatan dalam mengelola banjir, dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan banjir.

BAB VI: PENUTUP

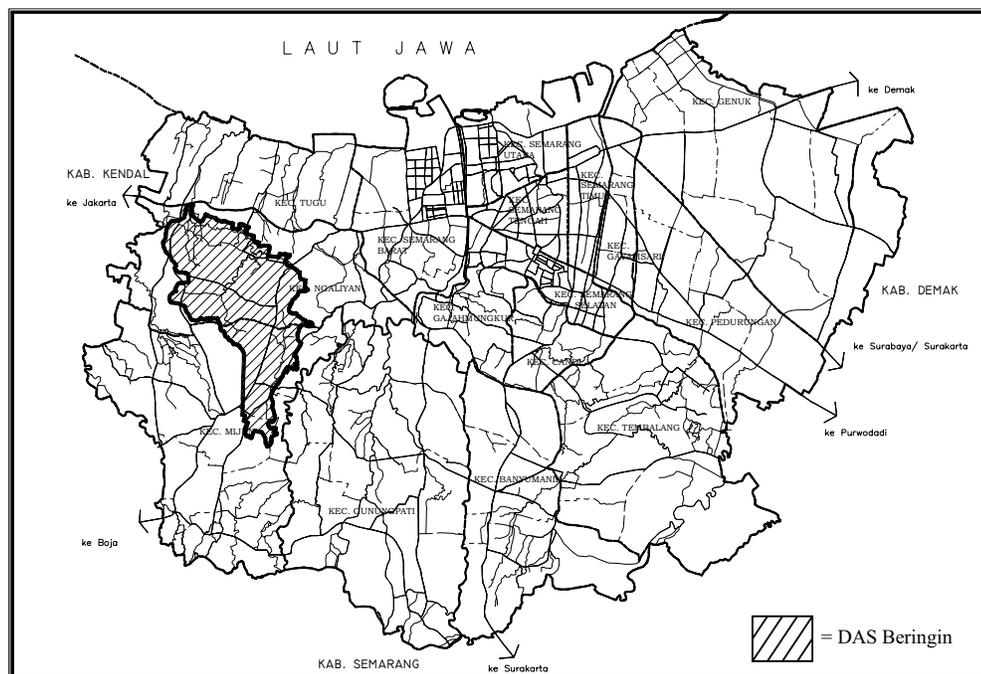
Menguraikan kesimpulan yang didapat dari pembahasan dan saran-saran yang kiranya berguna dalam pengambilan keputusan dalam pengelolaan banjir.

BAB II

DESKRIPSI DAERAH STUDI

2.1 Tinjauan Umum

Sungai Beringin merupakan salah satu sungai yang mengalir di wilayah Semarang Barat, yang berhulu dari Kecamatan Mijen dan Kecamatan Ngaliyan dan bermuara di Kecamatan Tugu (mengalir terus ke laut Jawa). Panjang sungai Beringin kurang lebih 15,5 km, dengan luas daerah aliran sungai (DAS) 32 km². Gambar 2.1. memperlihatkan letak DAS Beringin terhadap wilayah Kota Semarang secara keseluruhan.



Gambar 2.1. Peta Lokasi DAS Beringin. Sumber: Hakim dan Mukkafa (2006)

Dilihat dari kondisi topografi, DAS Beringin memiliki kondisi yang berbukit-bukit pada daerah hulu serta mempunyai karakteristik kemiringan yang sangat datar pada bagian hilir, dengan elevasi tanah mendekati elevasi muka air laut sehingga akan mempersulit pembuangan air ketika pasang naik / tinggi.

Berdasarkan *observasi* di wilayah DAS Beringin, pada bagian hulu telah terjadi pembukaan lahan baru untuk perumahan sehingga mengurangi kemampuan daerah resapan dalam menahan air hujan yang terjadi. Akibatnya air hujan banyak mengalir sebagai air limpasan yang dengan cepat masuk ke sungai menambah debit aliran sungai, kemudian limpasan permukaan yang cukup besar tentu menimbulkan erosi pada daerah hulu yang akibatnya terjadi sedimentasi pada penampang sungai bagian hilir.

2.2 Iklim

Iklim merupakan kondisi rata-rata dari semua peristiwa yang terjadi di atmosfer yang terdapat pada suatu daerah dengan luas serta waktu yang relatif lama. Iklim di wilayah Kota Semarang umumnya dan wilayah DAS Beringin khususnya adalah sama dengan daerah-daerah pesisir Pantai Utara Pulau Jawa. Secara umum temperatur udara maksimum di DAS Beringin adalah 32⁰ C dan temperatur udara minimum 22⁰ C (Bappeda Kota Semarang, 2004). Sedangkan jumlah hari hujan yang terbanyak mencapai 125 hari, dengan curah hujan rata-rata 2790 mm/th (Bappeda Kota Semarang, 2004)

2.3 Topografi

Kondisi topografi di DAS Beringin dipengaruhi oleh kondisi topografi dua kecamatan yang masuk dalam DAS tersebut, yaitu Kecamatan Mijen dan Kecamatan Ngaliyan. Di bagian hulu yaitu Kecamatan Mijen, secara umum kondisi topografinya relatif datar, dengan kemiringan antara 0%-15%. Hanya sebagian kecil dari wilayah tersebut yang memiliki kelerengan terjal antara 15%-25%, yaitu wilayah yang menempati punggung perbukitan di sepanjang perbatasan bagian timur dan barat diantaranya di bagian utara Krajan Kedungpane, Karangmalang, Wonoplumbon dan Cangkiran. Sedangkan wilayah dengan kemiringan 25% - 40% (sangat terjal) meliputi daerah sepanjang Sungai Kreo (sebelah timur Sungai Beringin) di bagian timur Kelurahan Jatibarang dan Kedungpane.

Untuk kondisi topografi di Kecamatan Ngaliyan memiliki rentang kemiringan yang relatif sama dengan Kecamatan Mijen, yaitu berkisar antara 2%-40%. Karena letaknya yang lebih dekat dengan batas pantai (daerah hilir) dan sebagian besar lahannya berupa permukiman, maka kemiringan lahan di Kecamatan Ngaliyan ini relatif lebih datar dibanding bagian hulu.

2.4 Geologi

Wilayah hulu dari DAS Beringin tepatnya di Kecamatan Mijen, dibangun oleh endapan aluvial, batuan sedimen dan endapan vulkanik tua, yang secara stratigrafi dapat dibagi menjadi 5 (lima) satuan batuan, dari muda ke tua meliputi Aluvium, Batu Pasir Tufan, Breksi Vulkanik, Breksi Lava dan Batu Lempung (Hakim dan Mukkafa, 2006).

Berdasarkan stratigrafi batuan tersebut, wilayah Kecamatan Mijen cukup baik ditinjau dari kestabilan tanahnya. Pelapisan antara batu pasir tufan dengan breksi vulkanik yang cukup tebal, khususnya pada lereng landai atau dataran, akan memberikan kestabilan lereng yang baik. Ditinjau dari jenis tanahnya, wilayah ini mempunyai jenis tanah Latosol Coklat Tua Kemerahan, Latosol Coklat dan sebagian Mediteran Coklat Tua. Karakteristik jenis tanah ini memiliki daya dukung yang baik dari tingkat erosivitasnya, yaitu tergolong jenis tanah yang kurang peka erosi.

Untuk wilayah Kecamatan Ngaliyan, struktur geologinya berupa struktur batuan dengan formasi Darat Baser, Tufaan, Konglomerat Breksi Vulkanik dan tufa. Tekstur tanah di daerah ini bersifat halus dan sedang (lempung). Daya dukung tanah untuk bangunan cukup baik, karena sifat fisik dan keteknikan batuan dan tanah berupa endapan alluvial sungai yang bersifat lepas. Ditinjau dari jenis tanahnya, wilayah ini mempunyai jenis tanah Alluvial Hidromorf, Asosiasi Alluvial Kelabu dan Kelabuan, serta Mediteran Coklat Tua.

Jenis tanah Alluvial dapat digunakan untuk bangunan aktivitas publik. Sedangkan untuk jenis tanah Mediteran lebih sesuai untuk digunakan sebagai permukiman yang skala aktivitasnya tidak terlalu padat, dengan ditambah

penanganan khusus untuk mengurangi gejala erosi yang lebih mudah timbul, seperti dengan penghijauan.

2.5 Penggunaan Lahan

Perkembangan kegiatan perkotaan di DAS Beringin memiliki perbedaan diantara dua kecamatan didalamnya, dikaitkan dengan perubahan penggunaan lahan. Ciri penggunaan lahan secara umum di Kecamatan Mijen masih berupa penggunaan lahan untuk kegiatan pedesaan (*rural*). Penggunaan lahan yang bercirikan *rural* ini tersebar secara merata di seluruh wilayah. Sedangkan untuk penggunaan lahan bercirikan perkotaan (*urban*) tersebar di wilayah pusat aktivitas dan di sepanjang jalur-jalur jalan. Daerah-daerah yang cukup cepat perkembangan lahan terbangunnya antara lain adalah di sekitar kawasan perkantoran dan perdagangan jasa di kelurahan Wonolopo, Mijen dan Cangkiran.

Kegiatan perkotaan di wilayah Kecamatan Ngaliyan mengalami perkembangan yang cukup pesat. Hal ini dapat dilihat dari tingkat penggunaan lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun yang cukup tinggi. Sebagian besar penggunaan lahan di Kecamatan Ngaliyan ini bercirikan perkotaan atau *urban*. Adanya kegiatan industri pengolahan dengan skala intensitas kegiatan tinggi, berbatasan langsung dengan akses Jalur Arteri Pantura Semarang-Kendal dan dekat dengan pusat pelayanan transportasi seperti Bandara Ahmad Yani dan pelabuhan, menjadi faktor penyebab pesatnya pertumbuhan di wilayah tersebut.

2.6 Kependudukan

Berdasarkan monografi Kecamatan Ngaliyan pada tahun 2005, jumlah penduduk di Kecamatan Ngalian adalah 99.489 jiwa, yang terdiri dari 49.694 laki-laki dan 49.795 perempuan. Dimana sebanyak 64 % berada pada usia produktif. Mata pencaharian penduduk adalah 6.960 petani, 17.807 buruh, 5.474 pengusaha, 12.392 PNS/ ABRI/ pensiunan dan 16.376 lain lain (BPS Kota Semarang, 2005).

Berdasarkan monografi Kecamatan Mijen pada tahun 2005, jumlah penduduk di Kecamatan Mijen adalah 38.801 jiwa, yang terdiri dari 19.517 laki-laki dan 19.284 perempuan. Dimana sebanyak 66 % berada pada usia produktif.

Mata pencaharian penduduk adalah 7.957 petani, 11.423 buruh, 317 pengusaha, 1.708 PNS/ ABRI/ pensiunan dan 3.378 lain-lain(BPS Kota Semarang, 2005) .

Berdasarkan monografi Kecamatan Tugu dalam Angka pada tahun 2005, banyaknya penduduk di Kecamatan Tugu adalah 25.599 jiwa, yang terdiri dari 12.885 laki-laki dan 12.714 perempuan. Dimana sebanyak 61 % berada pada usia produktif. Mata pencaharian penduduk adalah 3.021 petani, 4.569 buruh, 407 nelayan, 753 PNS/ ABRI/ pensiunan, 509 pedagang, 173 usaha angkutan, dan 4.996 lain lain (BPS Kota Semarang, 2005).

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Banjir

Banjir adalah aliran air di permukaan tanah yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai, sehingga melimpah ke kanan dan kiri serta menimbulkan genangan / aliran dalam jumlah yang melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia (BPPT, 2007).

Banjir merupakan bencana alam yang dapat diramalkan kedatangannya, karena berhubungan dengan besarnya curah hujan. Secara klasik, penebangan hutan di daerah hulu DAS dituduh sebagai penyebab banjir. Apalagi didukung oleh sungai yang semakin dangkal dan menyempit, bantaran sungai yang penuh dengan penghuni, serta penyumbatan saluran air.

Banjir umumnya terjadi di daerah hilir dari suatu DAS yang memiliki pola aliran rapat (Paripurno, 2003). Dataran yang menjadi langganan banjir umumnya memiliki kepadatan pendudukan tinggi. Secara geologis, berupa lembah atau bentuk cekungan bumi lainnya dengan porositas rendah. Umumnya berupa delta maupun alluvial.

Banjir tidak dapat dan tidak boleh sepenuhnya dicegah (FAO and CIFOR, 2005). Banjir merupakan hal yang penting untuk memelihara keanekaragaman hayati, ketersediaan stok ikan, dan kesuburan tanah dataran limpasan banjir, sehingga tidak dapat sepenuhnya dan tidak seharusnya dicegah. Namun demikian, banyak langkah yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif banjir. Hal ini menuntut pengetahuan yang lebih baik dalam interaksi antara kegiatan manusia dan banjir, keterbatasan pengelolaan daerah tangkapan air serta peran dataran limpasan banjir atau pengelolaan daerah aliran sungai dalam mengurangi dampak negatif banjir.

3.1.1 Penyebab Banjir

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002) banjir yang terjadi di suatu lokasi disebabkan oleh dua hal, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Yang dimaksud faktor-faktor alam antara lain:

- Curah hujan
- Pengaruh fisiografi
- Erosi dan sedimentasi
- Kapasitas sungai
- Kapasitas drainase yang tidak memadai
- Pengaruh air pasang.

Sedangkan faktor-faktor penyebab banjir karena faktor manusia adalah:

- Perubahan kondisi DAS
- Kawasan kumuh
- Sampah
- Drainasi lahan
- Bendung dan bangunan air
- Kerusakan bangunan pengendali banjir
- Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat..

Menurut BPPT (2007) bencana banjir disebabkan oleh 3 (tiga) hal, yaitu:

1. Peristiwa alam seperti curah hujan yang sangat tinggi, kenaikan permukaan air laut, badai, dan sebagainya.

Indonesia merupakan wilayah bercurah hujan tinggi, sekitar 2.000-3.000 milimeter setahun. Apabila suatu saat curah hujan melebihi kisaran (*range*) tersebut, maka banjir sulit dielakkan. Termasuk terjadinya amblesan tanah (*land subsidence*).

2. Kegiatan manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan tata ruang dan berdampak pada perubahan alam.

Aktivitas sosial-ekonomi manusia yang sangat dinamis, seperti *deforestasi* (penggundulan hutan), konversi lahan pada kawasan lindung, pemanfaatan

sempadan sungai / saluran untuk permukiman, pemanfaatan wilayah retensi banjir, perilaku masyarakat, dan sebagainya.

3. Degradasi lingkungan seperti hilangnya tumbuhan penutup tanah pada *catchment area*, pendangkalan sungai akibat sedimentasi, penyempitan alur sungai dan sebagainya.

Kondisi sungai yang menurun kualitas maupun kuantitasnya dapat dilihat dari jumlah DAS kritisnya yang semakin bertambah, pada tahun 1984 tercatat 22 DAS kritis kemudian bertambah menjadi 39 pada tahun 1992, 59 pada tahun 1998, dan 62 DAS pada tahun 2003 (Depkimpraswil, 2003). Sedangkan menurut Menteri Kehutanan MS Kaban, pada tahun 2006 terdapat 282 DAS kritis di Indonesia (Kompas, 21 Desember 2006).

Sunjoto (2007) dalam studinya mengenai banjir DKI Jakarta menyebutkan 2 (dua) sebab terjadinya banjir, yaitu sebab alami dan sebab artifisial. Penyebab banjir alami dibagi menjadi 4 (empat) macam yaitu, curah hujan tinggi, infiltrasi rendah, elevasi muka tanah rendah, dan laut pasang. Sedangkan penyebab banjir karena artifisial juga dibagi menjadi 4 (empat) macam yaitu, *retarding basin* berkurang, debit aliran dari hulu meningkat karena berkurangnya daerah resapan, problema aliran, dan gangguan di muara sungai.

3.1.2 Kawasan Rawan Banjir

Daerah / kawasan rawan banjir adalah kawasan yang potensial untuk dilanda banjir yang diindikasikan dengan frekuensi terjadinya banjir (pernah atau berulang kali) (BPPT, 2007).

Menurut BPPT (2007) terdapat 4 (empat) daerah / kawasan yang rawan akan banjir, yaitu:

1. Daerah Pesisir/Pantai

Daerah pesisir pantai menjadi rawan banjir disebabkan daerah tersebut merupakan dataran rendah yang elevasi muka tanahnya lebih rendah atau sama dengan elevasi air laut pasang rata-rata (*Mean Sea Level / MSL*), dan menjadi tempat bermuaranya sungai-sungai, apalagi bila ditambah dengan dimungkinkan terjadinya badai angin topan di daerah tersebut.

2. Daerah Dataran Banjir (*Floodplain Area*)

Daerah dataran banjir (*floodplain area*) adalah daerah dataran rendah di kiri dan kanan alur sungai, yang elevasi muka tanahnya sangat landai dan relatif datar, sehingga aliran air menuju sungai sangat lambat, yang mengakibatkan daerah tersebut rawan terhadap banjir, baik oleh luapan air sungai maupun karena hujan lokal di daerah tersebut.

3. Daerah Sempadan Sungai

Daerah Sempadan Sungai merupakan daerah rawan bencana banjir yang disebabkan pola pemanfaatan ruang budidaya untuk hunian dan kegiatan tertentu.

4. Daerah Cekungan

Daerah cekungan merupakan daerah yang relatif cukup luas baik di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi (hulu sungai) dapat menjadi daerah rawan bencana banjir, bila penataan kawasan atau ruang tidak terkendali dan mempunyai sistem drainase yang kurang memadai.

3.2 Analisa Banjir

Banjir pada suatu daerah biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kemiringan lahan, nilai Manning (n), dan daerah tutupan lahan. Ketiga faktor tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap banjir pada suatu daerah.

3.2.1 Kemiringan Lahan

Yang dimaksud dengan kemiringan lahan adalah perbedaan elevasi antara titik yang satu dengan titik yang lain dan biasanya disimbolkan dalam persen. Air mempunyai sifat mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang lebih rendah elevasinya. Jadi dapat disimpulkan bahwa suatu daerah yang mempunyai kemiringan lahan yang besar maka semakin cepat mengalirkan air ke daerah yang mempunyai elevasi lebih rendah (hilir).

Kaitannya dengan bencana banjir adalah apabila terjadi hujan yang intensitasnya cukup lebat dan hujan tersebut terjadi di daerah yang mempunyai

kemiringan lahan curam, maka hilir daerah tersebut akan menerima debit air yang lebih cepat dan kemungkinan dapat menyebabkan banjir.

Berbeda dengan daerah yang mempunyai kemiringan lahan landai. Apabila terjadi hujan yang intensitasnya cukup besar maka kecepatan aliran dari hulu menuju hilir akan lebih rendah.

3.2.2 Nilai Manning (n)

Nilai Manning sering diartikan dengan nilai kekasaran suatu permukaan. Nilai Manning berpengaruh pada laju aliran air. Air yang mengalir pada permukaan yang kasar dan permukaan yang halus pasti mempunyai kecepatan alir yang berbeda. Aliran air pada permukaan yang kasar mempunyai kecepatan yang lebih rendah dari pada aliran air pada permukaan yang halus. Berikut ditampilkan tabel yang memuat nilai Manning pada jenis-jenis permukaan.

Tabel 3.1
Manning's Roughness (n) for Overland Flow

Surface	n
Smooth asphalt	0,011
Smooth concrete	0,012
Ordinary concrete lining	0,013
Good Wood	0,014
Brick with cement mortar	0,014
Vitrified clay	0,015
Cast iron	0,015
Corrugated metal pipes	0,024
Cement rubble surface	0,024
Fallow soils (no residue)	0,05
Cultivated soils	
Residue cover < 20%	0,06
Residue cover > 20%	0,17
Range (natural)	0,13
Grass	
Short, prarie	0,15
Dense	0,24
Bermuda grass	0,41
Woods	
Light underbrush	0,40
Dense underbrush	0,80

Sumber: McCuen, R. et al. (1996)

3.2.3 Daerah Tutupan Lahan

Daerah tutupan lahan sering dikenal dengan *land cover*. Daerah tutupan lahan dibagi menjadi dua macam, yaitu daerah tutupan yang kedap air (*impervious area*) dan daerah tutupan yang tidak kedap air (*pervious area*).

Persentase *impervious area* dan *pervious area* pada suatu daerah mempunyai pengaruh terhadap aliran air permukaan. Air yang mengalir pada *pervious area* akan mengalami infiltrasi dan sebagian kecil akan tetap menjadi air permukaan. Sedangkan air yang mengalir pada *impervious area* sebagian besar akan tetap menjadi aliran permukaan dan hanya sebagian kecil yang terserap masuk ke tanah (*infiltrasi*). Apabila luas area *impervious* lebih besar dari area *pervious*, maka dapat dipastikan debit aliran permukaan akan besar dan mempunyai potensi banjir.

3.3 Metode-metode Dalam Pengelolaan Banjir

Pada dasarnya kegiatan penanggulangan banjir adalah suatu kegiatan yang meliputi aktifitas mengenali besarnya debit banjir, mengisolasi daerah genangan banjir, mengurangi tinggi elevasi air banjir (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Menurut IWRM (*Integrated Water Resources Management*) pengelolaan sumber daya air bertumpu pada keterpaduan 2 (dua) sistem utama. Yang pertama adalah sistem alam yang memperhatikan keterpaduan aspek-aspek fisik alami seperti keterpaduan sumber daya lahan dan sumber daya air serta keterpaduan daerah hulu dan hilir. Sistem kedua adalah sistem manusia yang memperhatikan keterpaduan aspek-aspek sosial ekonomi, peraturan perundang-undangan, kelembagaan, dan keterlibatan *stakeholders*.

Menurut Grigg (1996) terdapat 4 strategi dasar untuk pengelolaan daerah banjir yang meliputi:

- Modifikasi kerentanan dan kerugian banjir (penentuan zona atau pengaturan tata guna lahan).
- Pengaturan peningkatan kapasitas alam untuk dijaga kelestariannya seperti penghijauan.
- Modifikasi dampak banjir dengan penggunaan teknik mitigasi seperti asuransi, penghindaran banjir (*flood proofing*).
- Modifikasi banjir yang terjadi (pengurangan) dengan bangunan pengontrol (waduk) atau restorasi sungai.

3.3.1 Metode Tanggul

Tanggul banjir adalah penghalang yang di desain untuk menahan air banjir di palung sungai untuk melindungi daerah disekitarnya (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002). Metode tanggul merupakan metode pengelolaan banjir dengan cara menaikkan elevasi tanah di bantaran sungai dengan tujuan air tidak melewati bantaran tersebut (FEMA, 2001). Fungsi dari tanggul adalah untuk melokalisir banjir di sungai, sehingga tidak melimpas ke kanan dan ke kiri sungai yang merupakan daerah peruntukan (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Tanggul suatu sungai dapat berupa beton, tanah, bronjong batu, atau pasangan batu. Masing masing dari bahan pembuat tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan. Tanggul dari tanah unggul dalam segi ekonomi tetapi lemah dalam hal kekuatan dan juga tidak tahan lama. Bahan dari beton unggul dalam kekuatan namun dari segi ekonomi, bahan beton memakan biaya cukup banyak. Tanggul dari bronjong batu mempunyai keunggulan kekuatan yang cukup baik dan juga lebih ekonomis dari tanggul beton. Kelemahan tanggul bronjong batu adalah perlunya perawatan secara berkala. Sedangkan tanggul dari pasangan batu mempunyai keunggulan dari segi kekuatan namun tidak ekonomis.

Kodoatie dan Sugiyanto (2002) mengklasifikasikan tanggul menjadi 6 (enam) macam, yaitu:

- Tanggul utama
Tanggul ini merupakan tanggul utama untuk pengendalian banjir. Maka tanggul ini dibuat memanjang dan sejajar sungai.
- Tanggul sekunder
Tanggul sekunder adalah tanggul yang dibuat di sekitar tanggul utama sebagai tanggul tambahan. Tanggul sekunder dapat dibuat pada daerah di sekitar dataran rendah untuk menambah keamanan pada saat banjir besar atau keadaan darurat.
- Tanggul terbuka
Tanggul terbuka biasanya dibuat menerus sepanjang sungai, tetapi dalam keadaan tertentu, tanggul dibuat dalam keadaan terbuka. Hal ini atas

pertimbangan bahwa tanggul melewati daerah rendah yang tidak perlu dilindungi atau tanggul melewati daerah yang tinggi.

- **Tanggul tertutup**
Tanggul tertutup dibuat pada daerah tertentu, sehubungan kondisi lapangan, supaya daerah tidak masuk pada daerah peruntukan tersebut.
- **Tanggul pemisah**
Tanggul pemisah biasanya dibuat pada daerah percabangan sungai. Hal ini dikarenakan kedua sungai yang bertemu mempunyai karakteristik yang berbeda.
- **Tanggul pengelak**
Tanggul pengelak adalah sebuah tanggul yang dibuat lebih rendah terhadap tanggul disekitarnya. Konstruksi yang lebih rendah tersebut dimaksudkan untuk mengelakkan sebagian banjir pada waktu banjir tertentu. Yang harus diperhatikan adalah bahwa tanggul tersebut harus aman terhadap gerusan.

3.3.2 Restorasi Sungai

Yang dimaksud dengan restorasi sungai adalah mengembalikan ukuran baik lebar maupun kedalaman sungai sesuai dengan kondisi awalnya. Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002) restorasi sungai adalah bertujuan memperbesar kapasitas tampung sungai dan memperlancar aliran.

Metode ini paling sering digunakan karena mudah dalam pelaksanaannya. Yang menjadi hambatan bila melakukan restorasi sungai adalah apabila pada wilayah bantaran sungai yang akan direstorasi telah berubah menjadi pemukiman penduduk. Apabila restorasi tetap dilaksanakan maka Pemerintah wajib membebaskan lahan di bantaran tersebut.

3.3.3 Pembuatan Embung

Salah satu cara menanggulangi banjir adalah menahan air pada bagian hulu selama mungkin untuk kemudian dialirkan ke bagian hilir. Menahan air dapat dilakukan dengan menggunakan embung / lumbung air. Embung berfungsi sebagai *detention* dan *retention storage*.

Selain sebagai penahan air di daerah hulu sungai, embung juga dapat dimanfaatkan untuk *me-recharge* air tanah. Pembuatan embung di suatu DAS tidaklah mudah, diperlukan areal yang cukup dan juga topografi yang mendukung. Apabila suatu DAS telah banyak terdapat pemukiman penduduk, maka untuk pembuatan embung dibutuhkan biaya yang cukup besar, terutama untuk pembebasan lahan pemukiman.

3.3.4 Relokasi

Yang dimaksud dengan relokasi adalah memindahkan penduduk dari suatu tempat ke tempat yang lebih baik kondisinya. Relokasi dilakukan apabila suatu daerah sudah tidak mungkin lagi untuk diperbaiki karena kondisi alamnya. Untuk melakukan suatu relokasi terdapat berbagai macam hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. lokasi baru yang akan ditempati,
2. sikap penduduk,
3. biaya relokasi.

3.3.5 Penegakan Hukum

Permasalahan banjir adalah merupakan permasalahan umum (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002). Mengatasi banjir dengan cara penegakan hukum merupakan suatu cara pengelolaan banjir ditinjau dari aspek non-struktural. Pemahaman akan peraturan-peraturan tentang sungai, irigasi, sampah, dan tata ruang merupakan upaya preventif dalam menangani banjir. Peningkatan kesadaran masyarakat sehubungan dengan permasalahan banjir akan memudahkan untuk pengendalian banjir dan dapat menurunkan biaya.

3.3.6 Pengelolaan DAS

DAS merupakan suatu kawasan yang membutuhkan suatu pengelolaan. Pengelolaan DAS yang baik dan benar dapat membantu mengatasi masalah banjir dan kekeringan yang terjadi. Sesuai fungsinya, DAS berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air secara alami.

Untuk menerapkan manajemen suatu DAS perlu diketahui terlebih dahulu mengenai karakteristik DAS tersebut. Pengelolaan DAS berhubungan erat dengan peraturan, pelaksanaan dan pelatihan (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002). Pengelolaan DAS mencakup aktivitas-aktivitas berikut ini:

- Pemeliharaan vegetasi di bagian hulu
- Penanaman vegetasi untuk menghindari kecepatan aliran air dan erosi tanah.
- Pemeliharaan vegetasi alam atau penanaman vegetasi tahan air yang tepat.
- Mengatur secara khusus bangunan-bangunan pengendali banjir sepanjang dasar aliran yang mudah tererosi.
- Pengelolaan khusus untuk mengantisipasi aliran sedimen yang dihasilkan dari kegiatan gunung berapi.

3.4 Peran Serta Masyarakat

Dalam Undang-undang No 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air tersirat bahwa dalam meningkatkan kinerja pengelolaan sumber daya air, peran serta masyarakat merupakan bagian yang tidak terpisahkan. Kebijakan sektoral, sentralistik, dan *top-down* tanpa melibatkan masyarakat sudah tidak sesuai dengan perkembangan global yang menuntut desentralisasi, demokrasi, dan partisipasi *stakeholder*, terutama masyarakat yang terkena bencana.

Partisipasi masyarakat merupakan proses teknis untuk memberi kesempatan dan wewenang lebih luas kepada masyarakat, agar masyarakat mampu memecahkan berbagai persoalan bersama-sama. Pembagian kewenangan ini dilakukan berdasarkan tingkat keikutsertaan (*level of involvement*) masyarakat dalam kegiatan tersebut. Partisipasi masyarakat bertujuan untuk mencari solusi permasalahan lebih baik dalam suatu komunitas, dengan membuka lebih banyak kesempatan bagi masyarakat untuk memberi kontribusi sehingga implementasi kegiatan berjalan lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan.

Sejalan dengan tuntutan masyarakat akan keterbukaan dalam program-program pemerintah, maka akuntabilitas pemerintah dapat dinilai dari sejauh mana partisipasi masyarakat dan pihak terkait (*stakeholder*) dalam program

pembangunan. Partisipasi masyarakat, mulai dari tahap kegiatan pembuatan konsep, konstruksi, operasional pemeliharaan, serta evaluasi dan pengawasan.

Semua proses dilakukan dengan mempromosikan kegiatan pembelajaran dan peningkatan potensi masyarakat, agar secara aktif berpartisipasi, serta menyediakan kesempatan untuk ikut ambil bagian, dan memiliki kewenangan dalam proses pengambilan keputusan dan alokasi sumber daya dalam kegiatan penanggulangan banjir.

Tingkat partisipasi masyarakat dalam kegiatan penanggulangan banjir terdiri dari tujuh tingkat yang didasarkan pada mekanisme interaksinya, yaitu: (1) penolakan (*resistance/opposition*); (2) pertukaran informasi (*information-sharing*); (3) konsultasi (*consultation with no commitment*); (4) konsensus dan pengambilan kesepakatan bersama (*concensus building and agreement*); (5) kolaborasi (*collaboration*); (6) pemberdayaan dengan pembagian risiko (*empowerment-risk sharing*); (7) pemberdayaan dan kemitraan (*empowerment and partnership*) (Zooneveld, 2001).

3.5 DSS (*Decision Support System*)

Dalam mengambil suatu kebijakan, berbagai faktor perlu diperhatikan, baik faktor teknis maupun sosial. Faktor teknis dan sosial saling terkait satu sama lain dan seorang pengambil kebijakan tidak boleh mengabaikan salah satu diantaranya. Pengabaian salah satu faktor tersebut dapat membuat suatu kebijakan tidak bekerja dengan baik dan cenderung menimbulkan permasalahan baru

Pengambil suatu kebijakan dalam membuat suatu keputusan biasanya keputusannya dibuat berdasarkan pada fakta dan pengalaman. Seorang pengambil kebijakan akan bekerja secara sistematis untuk mengumpulkan seluruh fakta mengenai suatu masalah. Berdasarkan fakta-fakta tersebut maka si pengambil kebijakan akan dapat menentukan keputusan yang harus diambil. Sedangkan pengalaman dari si pengambil kebijakan akan mempengaruhi keputusannya.

Decision Support System (DSS) merupakan suatu sistem yang dapat memberikan informasi kepada pengambil keputusan untuk menentukan suatu kebijakan / keputusan. Secara harfiah DSS dapat diartikan sebagai suatu sistem

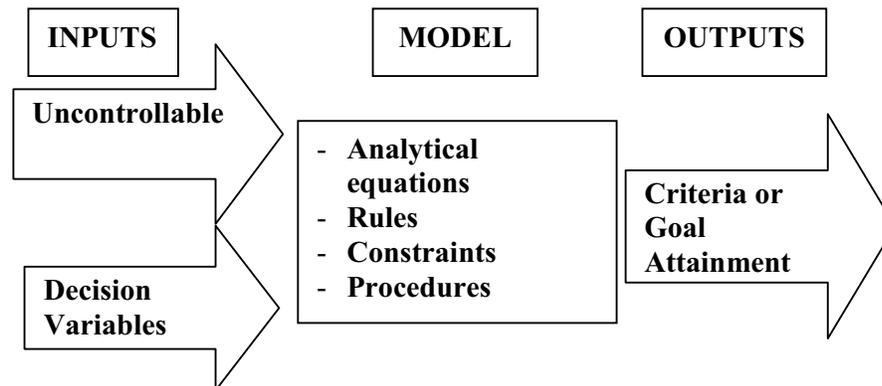
yang dapat memberikan informasi kepada pengambil keputusan untuk menentukan suatu kebijakan / keputusan.

Menurut Klein dan Methlie (1995) DSS diartikan sebagai: "*A computer information system that provides information in a given domain of application by means of analytical decision models and access to databases, in order to support a decision maker in making decisions effectively in complex and ill-structured tasks.*" Jadi DSS mempunyai arti sebagai suatu sistem informasi komputer yang menyediakan informasi yang mempunyai tujuan untuk membantu pengambil keputusan dalam membuat keputusan secara efektif.

DSS mengandung 3 (tiga) buah komponen, yaitu:

1. *Data base management subsystem [DBMS]*
 - *Coordination, integration, integrity, storage and extraction of information*
 - *Separation of data and decision models*
2. *Display (dialog); user/model interaction; alerting*
 - *Manipulate model--check logic*
 - *Input data during model execution*
 - *Define display preferences; colors, windowing*
3. *Problem analysis and modeling*
 - *Statistical data analysis*
 - *Forecasting algorithms*
 - *Simulation, optimization and other OR methods*
 - *Knowledge encoding*

Secara umum, DSS dapat dibagangkan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Prosedur DSS, Sumber: Power (1999)

Cara kerja DSS adalah dengan mengumpulkan seluruh informasi terlebih dahulu. Setelah informasi terkumpul, tiap-tiap data diberi suatu bobot (*weight*) tertentu. Langkah selanjutnya adalah memasukkan data tersebut dalam suatu model dan akhirnya akan didapat suatu *output* yang berupa ranking. Biasanya ranking yang paling tinggi merupakan pilihan yang paling ideal.

3.5.1 Model-model DSS

Dalam mengambil kebijakan mengenai pengelolaan sumber daya air, seorang pengambil kebijakan dipastikan menghadapi kompleksitas karena pengelolaan sumber daya air tidak hanya ditujukan untuk kepentingan suatu individu atau kelompok, namun juga berpengaruh luas terhadap individu atau kelompok masyarakat lainnya. Pengelolaan sumber daya air mempunyai pengaruh atau efek yang luas pada aspek-aspek ekonomi, sosial, psikologi, dan politik masyarakat.

Robbins (1993) melalui metode pendekatan *contingency* (model pengambilan keputusan yang dipilih dan digunakan sesuai dengan situasi tertentu) mengemukakan terdapat 4 (empat) jenis model pengambilan keputusan yang bersifat individual, yaitu:

- Model *Satisficing*
Esensi dari *satisficing* adalah pada saat menghadapi masalah yang kompleks, penentu keputusan berusaha menyederhanakan masalah pelik

sampai pada tingkat yang mudah dipahami. Pengambilan keputusan pada model ini didasarkan pada rasionalitas terbatas (*bounded rationality*), yaitu mengambil inti masalah yang penting tanpa melibatkan seluruh permasalahan yang konkret.

- *Model Optimizing*
Penentu keputusan harus memaksimalkan hasil dari keputusan yang diambil. Keputusan tersebut dianggap optimal karena setidaknya penentu keputusan sudah memperhitungkan semua faktor yang berkaitan dengan semua keputusan, dampak yang mungkin timbul pada setiap alternatif, menyusun urutan alternatif secara sistematis sesuai prioritasnya.
- *Model Implicit Favorite*
Model *Favorite* dirancang berkaitan dengan keputusan kompleks dan tidak rutin. Pada awal proses keputusan, penentu keputusan cenderung sudah memilih alternatif yang dirasakan paling baik atau disukai.
- *Model Intuitive*
Model *Intuitive* didefinisikan sebagai suatu proses intuisi (bawah sadar) yang timbul atau tercipta akibat pengalaman yang terseleksi. Rasional dan irasional saling melengkapi dalam proses pengambilan keputusan menurut model ini.

Selain 4 (empat) jenis model tersebut, terdapat model-model pengambilan keputusan dengan kriteria majemuk, yaitu model-model pengambilan keputusan yang bersifat *multi objectives* dan *multi criteria*. Suryadi dan Ramdhani (1998) menjelaskan 3 (tiga) konsep dasar yang terdapat dalam model pengambilan keputusan dengan kriteria majemuk, yaitu:

- **Dominasi**
Jika terdapat alternatif yang mendominasi alternatif lain, maka dengan mudah dapat dipilih alternatif terbaik.
- **Leksiografi**
Alternatif A lebih disukai dari alternatif B karena kriteria (X_1), nilai alternatif A lebih baik dari B tanpa memperhatikan nilai terhadap kriteria

lain. Apabila nilai kriteria (X_1) pada alternatif A dan alternatif B sama, maka nilai kriteria (X_2) dipergunakan sebagai pembanding, dan seterusnya.

- Tingkat aspirasi

Untuk menentukan pemilihan diantara berbagai alternatif, dapat ditentukan berdasarkan tingkat aspirasi yang dicapai oleh alternatif tersebut.

Beberapa model yang umum dipergunakan dalam penentuan alternatif program dengan mempertimbangkan kriteria majemuk adalah:

- ELECTRE (*ELimination and (Et) Choice Translating Algorithm*)

Metode ELECTRE dipergunakan dalam analisa *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) untuk tujuan penentuan beberapa alternatif yang dipandang mempunyai prioritas lebih besar di antara banyak alternatif (Jayadi, 2000). Penggunaan alternatif dengan menggunakan model ELECTRE memerlukan bobot setiap fungsi tujuan (*objective*) yang harus ditetapkan terlebih dahulu oleh penentu keputusan sebelum analisis dilakukan (Harboe, 1992). Pada prinsipnya ELECTRE adalah menggunakan hubungan dominasi *outranking relationship* antar dua alternatif yang berbeda dari alternatif-alternatif yang non inferior.

Hubungan dominasi pada model ELECTRE ditentukan berdasarkan tingkat kesesuaian (*concordance index*) dan tingkat ketidaksesuaian (*discord index*) alternatif satu dengan alternatif lainnya.

- AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

AHP merupakan salah satu model pengambil keputusan yang dikembangkan oleh Saaty pada tahun 1971 – 1975 (Latifah, 2005). AHP adalah model pengambil keputusan yang di desain untuk memberikan solusi dari permasalahan multi kriteria (Saaty, 2000). Penyelesaian masalah berdasarkan AHP mengandalkan intuisi sebagai input utamanya, namun intuisi harus datang dari pengambil keputusan yang cukup informasi dan memahami keputusan masalah yang dihadapi (Latifah, 2005).

- *Compromise Programming*

Compromise Programming merupakan model pengambilan keputusan yang memerlukan bobot fungsi tujuan terlebih dahulu sebelum analisa dilakukan.

Prinsip *Compromise Programming* adalah dengan berusaha menentukan letak titik yang paling dekat dengan titik solusi ideal (Jayadi, 2000). *Compromise Programming* merupakan model yang dapat digunakan untuk *multi criteria decision analysis* dan *multi objectives*.

- PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*)

PROMETHEE adalah salah satu metode penentuan prioritas dengan penggunaan nilai dugaan dominasi kriteria dalam hubungan *outranking* (Brans et al, 1986). Dalam PROMETHEE terdapat 6 (enam) kriteria, yaitu *insensitive, indifference, linier, level criterion, linier with indifferent, dan gaussian* (Brans et al, 1986).

3.5.2 Penentuan Kebijakan Dengan Menggunakan PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation)

Dalam memutuskan suatu kebijakan di bidang sumber daya air, seorang pengambil kebijakan dalam menentukan suatu keputusan harus berdasarkan proses yang rasional. Mc Keena (1980) mengemukakan beberapa tahapan dalam pengambilan suatu keputusan, yaitu:

1. Identifikasi masalah
2. Mengajukan alternatif pemecahan
3. Mengevaluasi alternatif
4. Memilih alternatif.

PROMETHEE sebagai model penentu keputusan merupakan model yang mudah dipahami dan dioperasionalisasikan. Model ini menganut sistem *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Model PROMETHEE mampu menganalisis suatu masalah yang memiliki kriteria yang kompleks yang menyebabkan pemilihan alternatif menjadi sulit.

PROMETHEE merupakan salah satu model pengambilan keputusan yang dimulai dengan tahapan mengidentifikasi tujuan dan penyusunan elemen yang

dipergunakan. Setelah tujuan yang ingin dicapai diperoleh, maka yang harus dilakukan adalah menentukan kriteria.

Penentuan suatu kriteria dalam proses pengambilan keputusan merupakan salah satu faktor yang penting karena kriteria menunjukkan definisi masalah dalam bentuk konkret dan kadang-kadang dianggap sebagai sasaran yang akan dicapai. Suryadi dan Ramdhani (1998) mengemukakan 4 (empat) hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kriteria, yaitu:

- Lengkap, sehingga mencakup seluruh faktor penting dalam persoalan tersebut.
- Operasional, sehingga dapat digunakan dalam analisis.
- Tidak berlebihan, sehingga dapat menghindarkan adanya perhitungan berulang.
- Minimum, agar lebih mengkomprehensifkan persoalan dan jumlah kriteria sesedikit mungkin.

Setelah kriteria ditentukan, maka kriteria tersebut harus diberi suatu nilai (bobot) agar kriteria tersebut dapat dioperasionalisasikan. Pemberian nilai tiap-tiap kriteria dilakukan dengan cara pembobotan. Yudiantoro dalam tesisnya mengenai Analisis Kebijakan Makro Dan Penentuan Prioritas Program Pengelolaan SDA menyebutkan bahwa terdapat 3 (tiga) proses pemberian nilai atau pembobotan, yaitu:

- Cara dimana serangkaian bobot untuk masing-masing kriteria ditetapkan oleh *decision maker* pada awal analisis (*determined a priori*).
- Cara dimana serangkaian bobot ditentukan setelah analisis (*a posteriori*) dan digunakan untuk menentukan alternatif yang *feasible* sehingga cara ini disebut sebagai *pareto optima solution*.
- Cara dimana serangkaian bobot tersebut ditetapkan secara interaktif selama proses analisis.

Apabila seluruh kriteria telah mempunyai nilai atau bobot masing-masing, maka analisa dengan menggunakan PROMETHEE bisa dilaksanakan. Dan dari analisa tersebut dapat diketahui alternatif yang paling ideal sesuai dengan rangking.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metode Pendekatan

Metode Pendekatan yang digunakan adalah metode pendekatan eksploratif, yakni mempelajari dan meneliti mengenai DAS Beringin secara langsung baik melalui wawancara dengan penduduk sekitar atau dinas-dinas terkait, kuesioner, dan juga observasi/pengamatan secara langsung. Selain itu digunakan juga penelitian yang bersifat deskriptif analitis.

Deskriptif berarti melukiskan obyek penelitian berdasarkan kenyataan-kenyataan yang ada, dilaksanakan secara sistematis, kronologis dan berdasarkan kaidah ilmiah, sedangkan analitis yaitu dikaitkan dengan teori-teori yang ada dan / atau peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan obyek yang diteliti. Jadi penelitian deskriptif analitis menggambarkan teori-teori yang berkaitan dengan masalah-masalah pada DAS Beringin khususnya banjir, untuk kemudian dianalisis dengan berdasarkan kenyataan-kenyataan yang ada di dalam prakteknya, lalu dicari solusi penyelesaian permasalahannya.

4.2 Populasi dan Penarikan Sampel

Populasi adalah seluruh obyek atau seluruh individu atau seluruh gejala atau seluruh kejadian atau seluruh unit yang akan diteliti (Soemitro, 1990). Untuk lebih mudah dalam melakukan penelitian, maka dari populasi tersebut akan ditarik sebagian yang dianggap cukup untuk mewakili populasi yang disebut dengan sampel. Metode penarikan sampel yang dipergunakan peneliti adalah metode *Cluster Sampling*. *Cluster sampling* adalah teknik untuk penentuan sampel dari populasi berdasarkan area (Ismiyati, 2003).

Dalam penulisan tesis ini penulis mengambil populasi penduduk yang tempat tinggalnya disekitar Sungai Beringin, dari populasi tersebut kemudian ditarik sampel yang lebih spesifik lagi yaitu penduduk Kelurahan Mangkang Wetan untuk bagian hilir dan penduduk Kelurahan Beringin untuk bagian hulu. Lalu responden yang diambil adalah penduduk Kelurahan Mangkang Wetan yang

terkena imbas dari banjir Sungai Beringin dan penduduk Kelurahan Beringin yang tempat tinggalnya di dekat Sungai Beringin. Banyaknya jumlah responden yang diambil adalah 60 responden dengan pembagian 30 responden untuk penduduk Kelurahan Mangkang Wetan dan 30 responden untuk penduduk Kelurahan Beringin. Angka 60 didapat dari persamaan :

$$n = \frac{(z_{\alpha/2})^2 p(1-p)}{E^2} = \frac{(1,96)^2 0,5(1-0,5)}{0,15^2} = 42,68 \approx 43 \quad \text{dengan} \quad \text{tingkat}$$

kepercayaan 95% dan *sampling error* sebesar 0,15. Angka 43 dibulatkan menjadi 60 responden untuk cadangan bagi responden yang tidak berkenan diminta datanya. Jumlah 60 responden telah mampu mewakili keseluruhan populasi dan telah mampu membentuk distribusi normal.

4.3 Pengumpulan Data

Data yang akan dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung pada obyek yang diteliti atau obyek-obyek penelitian yang ada hubungannya dengan pokok masalah.

Data primer ini diperoleh dengan cara wawancara, kuesioner, dan observasi langsung. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa wawancara bebas, yaitu yaitu dengan mempersiapkan terlebih dahulu pertanyaan pertanyaan sebagai pedoman tetapi masih dimungkinkan adanya variasi pertanyaan yang akan disesuaikan dengan situasi pada saat wawancara agar proses tanya jawab dapat berjalan dengan lancar dan responden dapat lebih mempersiapkan jawabannya. Sedangkan teknik kuesioner yang dipergunakan adalah kuesioner tertutup yaitu kuesioner dimana telah terdapat jawabannya, sehingga responden tinggal memilih jawaban yang tersedia dengan yang diinginkan.

Data sekunder dapat dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu :

- a. Sumber primer :
 1. Seluruh peraturan perundang-undangan yang berhubungan dengan SDA (Sumber Daya Air), Lingkungan Hidup, dan Tata Ruang.
 2. Literatur-literatur tentang Banjir dan Pengelolaan DAS.
 3. Data-data dari dinas terkait (data curah hujan, data tanah, data DAS, dll)

- b. Sumber sekunder, yaitu bahan-bahan yang erat hubungannya dengan bahan primer dan dapat membantu menganalisis dan memahami bahan primer :
 - 1. Hasil karya ilmiah para sarjana.
 - 2. Hasil-hasil penelitian
- c. Sumber tersier, yaitu bahan-bahan yang memberikan informasi tentang sumber primer dan sumber sekunder :
 - 1. Kamus Umum Teknik Sipil

4.4 Analisa Data

Dalam melakukan analisa data, langkah yang akan dilakukan oleh peneliti adalah meneliti dan mempelajari apa yang dinyatakan oleh responden sebagai suatu bagian yang utuh. Data yang diperoleh melalui penelitian lapangan dan penelitian kepustakaan dikumpulkan yang kemudian dianalisa secara sistematis.

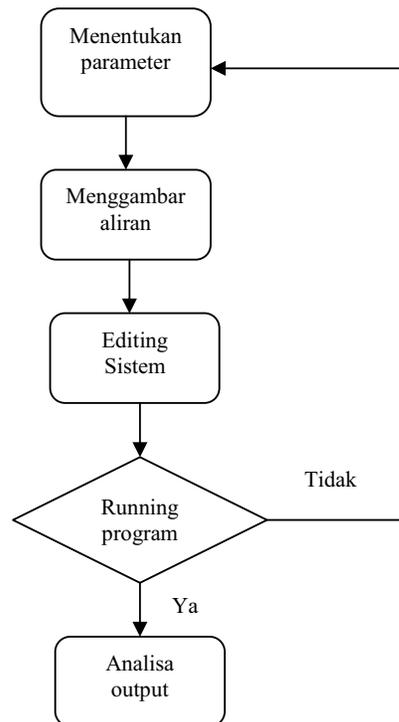
Data-data yang telah terkumpul tersebut kemudian diteliti dan dianalisis dengan menggunakan cara berpikir deduktif, yaitu pola berpikir yang mendasarkan dari suatu fakta yang sifatnya umum kemudian ditarik kesimpulan yang sifatnya khusus, untuk mencapai kejelasan permasalahan yang dibahas.

4.5 Analisa Banjir

Analisa banjir Sungai Beringin akan dilakukan dengan menggunakan bantuan software EPA-SWMM 5.0 (*Environmental Protection Agency-Storm Water Management Model*). EPA SWMM pertama kali dikembangkan pada tahun 1971 dan telah dipergunakan secara meluas di seluruh dunia untuk perencanaan, analisa dan desain drainase, saluran pembuangan, dan sebagainya.

Secara umum, langkah-langkah untuk memulai analisa dengan EPA SWMM adalah sebagai berikut:

1. Menentukan parameter-parameter yang akan digunakan.
2. Menggambar aliran (*network*) yang terdapat pada DAS.
3. Melakukan *editing* sistem aliran pada DAS tersebut.
4. *Running* program.
5. Menganalisa hasil simulasi.



Gambar 4.1 Tahapan dalam EPA-SWMM

4.6 Analisa Penentuan Kebijakan Menggunakan PROMETHEE

Analisa penentuan kebijakan dalam mengelola banjir di Sungai Beringin dijalankan dengan menggunakan PROMETHEE. PROMETHEE merupakan salah satu contoh dari DSS yang mudah untuk diaplikasikan.

4.6.1 Variabel

Variabel yang ada dalam penelitian ini adalah:

1. Metode Tanggul, disimbolkan dengan M1.
2. Metode Restorasi, disimbolkan dengan M2.
3. Metode Embung, disimbolkan dengan M3.
4. Metode Relokasi, disimbolkan dengan M4.
5. Metode Penegakan Hukum, disimbolkan dengan M5.
6. Metode Pengelolaan DAS, disimbolkan dengan M6.

4.6.2 Kriteria Pembobotan

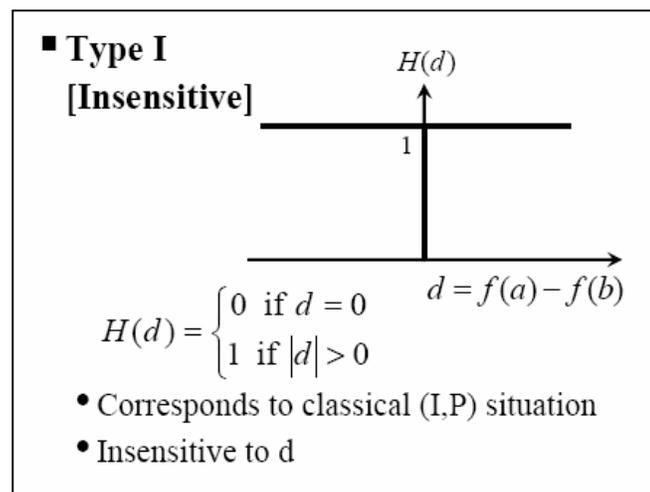
Kriteria pembobotan yang digunakan adalah:

1. Efektifitas metode, disimbolkan dengan A1.
2. Biaya yang dikeluarkan, disimbolkan dengan A2.
3. Keinginan masyarakat, disimbolkan dengan A3.
4. Tingkat partisipasi masyarakat, disimbolkan dengan A4.
5. Dampak terhadap lingkungan, disimbolkan dengan A5.
6. Dampak terhadap masyarakat (sosial), disimbolkan dengan A6.

4.6.3 Skoring

PROMETHEE mempunyai 6 (enam) jenis kriteria dalam melakukan pembobotan, dimana setiap kriteria tersebut mempunyai ciri tersendiri dalam mengidentifikasi permasalahan. Keenam kriteria tersebut adalah:

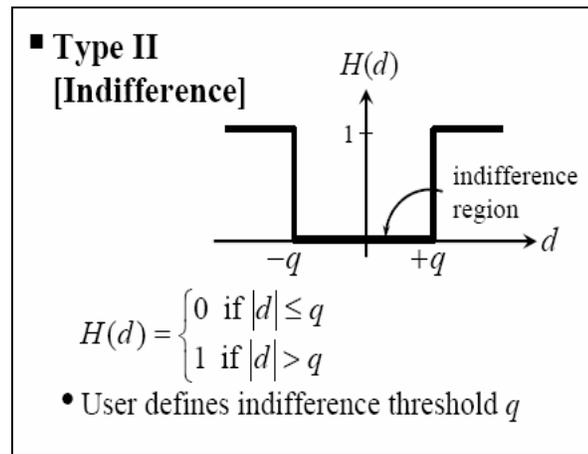
- **Insensitive**



Gambar 4.2 Tipe I Insensitive dalam PROMETHEE. Sumber: Power (1999)

Tipe I (*insensitive*) mempunyai kecenderungan yang ekstrem. Hal ini ditunjukkan dengan nilai yang $\neq 0$, pasti akan bernilai 1.

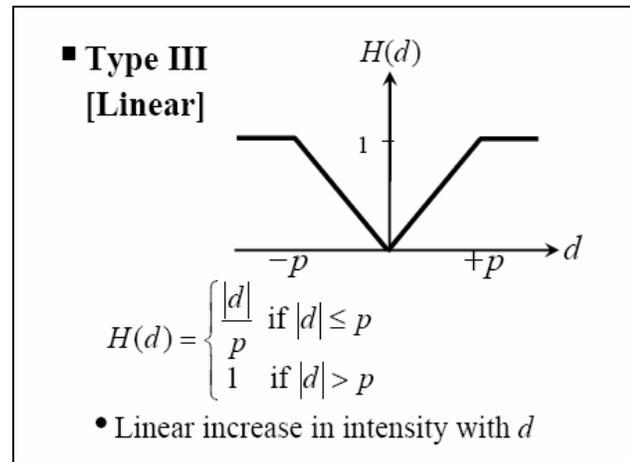
- **Indifference**



Gambar 4.3 Tipe II Indifference dalam PROMETHEE. Sumber: Power (1999)

Tipe II mempunyai kemiripan dengan tipe I, hanya saja pembatasannya bukan 0, tetapi digunakan suatu parameter sebesar q .

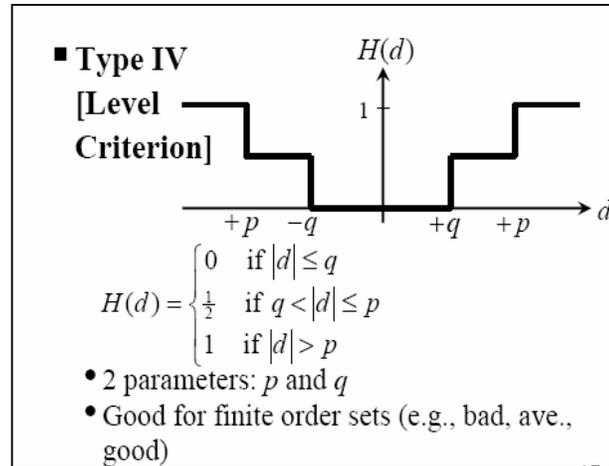
- **Linier**



Gambar 4.4 Tipe III Linear dalam PROMETHEE. Sumber: Power (1999)

Tipe III berbentuk linear dengan pembatasan p dan q .

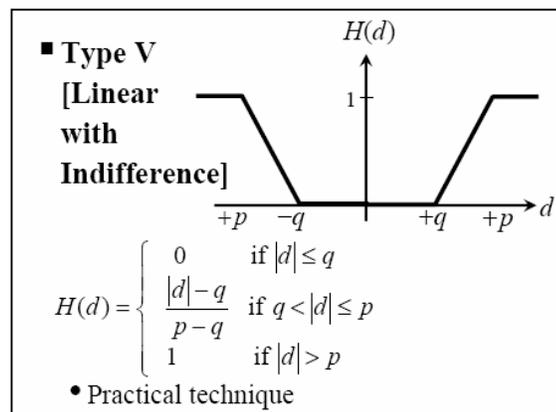
- **Level Criterion**



Gambar 4.5 Tipe IV Level Criterion dalam PROMETHEE. Sumber: Power (1999)

Tipe IV mempunyai ciri berjenjang dengan pembatasan p dan q , tipe ini dapat dikembangkan lagi dengan jenjang-jenjang yang lebih tinggi.

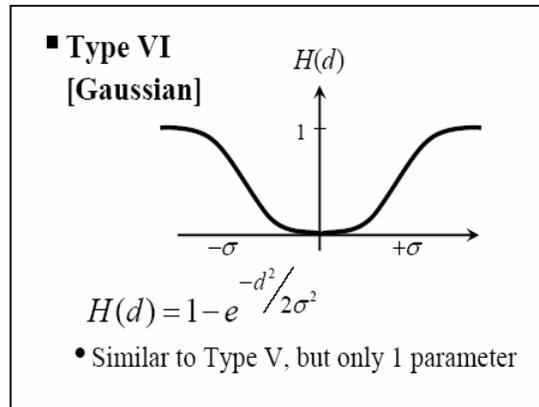
- **Linear with Indifference**



Gambar 4.6 Tipe V Linear with Indifference dalam PROMETHEE. Sumber: Power (1999)

Tipe V *Linear with Indifference* merupakan kombinasi dari Tipe II *Indifference* dan Tipe III *Linear*.

- **Gaussian**



Gambar 4.7 Tipe VI Gaussian dalam PROMETHEE. Sumber: Power (1999)

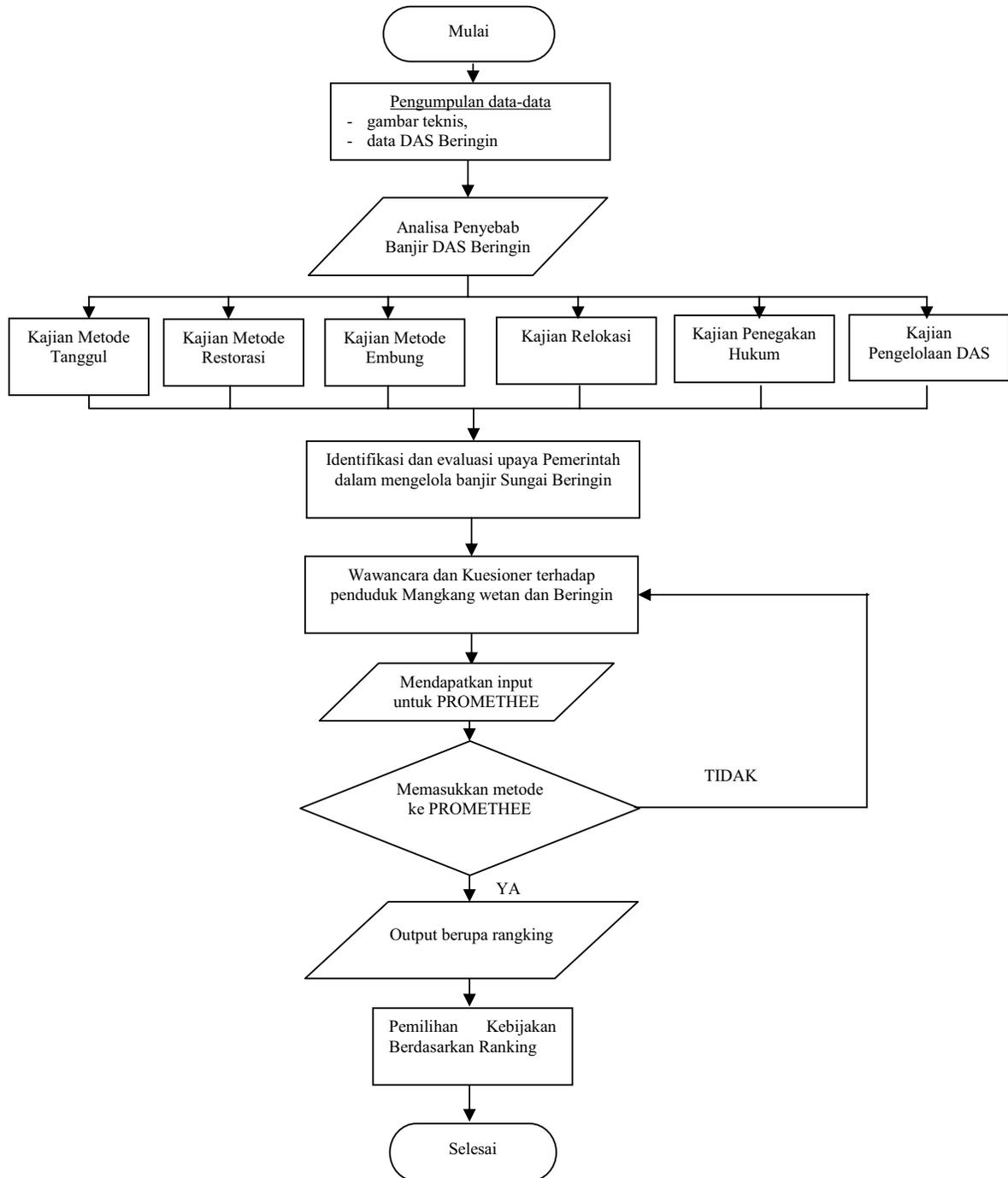
Tipe VI berbentuk linear dengan fungsi tertentu. Tipe ini mirip dengan tipe V *Linear with Indifference*, hanya saja pembatasan yang digunakan hanya 1 parameter.

Penentuan besaran bobot (*weight*) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk kriteria pertama (efektifitas metode) diambil tipe III (*linier*) maksimum. Tipe III maksimum mempunyai arti bahwa variabel yang mempunyai bobot yang paling besar merupakan metode yang paling efektif. Jadi semakin besar bobot dari variabel tersebut maka semakin efektif metode tersebut.
2. Untuk kriteria kedua (biaya yang dikeluarkan) diambil tipe V (*linier with indifference*) minimum. Tipe V minimum mempunyai arti bahwa variabel yang mempunyai bobot paling kecil merupakan metode yang secara ekonomi membutuhkan biaya yang paling sedikit. Jadi semakin kecil bobot suatu variabel maka semakin sedikit biaya yang dikeluarkan.
3. Untuk kriteria ketiga (keinginan masyarakat) diambil tipe IV (*level criterion*) maksimum. Tipe IV maksimum mempunyai arti bahwa variabel yang mempunyai bobot paling besar merupakan metode yang paling diinginkan oleh masyarakat. Jadi besarnya bobot suatu variabel mencerminkan besarnya tingkat keinginan masyarakat.

4. Untuk kriteria keempat (tingkat partisipasi masyarakat) diambil tipe I (*insensitive*) maksimum. Tipe I maksimum mempunyai arti bahwa variabel yang mempunyai bobot paling besar merupakan metode yang paling melibatkan peran serta masyarakat. Jadi besarnya bobot suatu variabel mencerminkan besarnya tingkat partisipasi masyarakat.
5. Untuk kriteria kelima (dampak terhadap lingkungan) diambil tipe II (*indifference*) minimum. Tipe II minimum mempunyai arti bahwa variabel yang mempunyai bobot paling minimum merupakan metode yang paling sedikit mempunyai efek terhadap lingkungan. Jadi kecilnya bobot suatu variabel mencerminkan semakin kecilnya dampak lingkungan yang ditimbulkan.
6. Untuk kriteria keenam (dampak terhadap masyarakat) diambil tipe VI (*gaussian*) minimum. Tipe VI minimum mempunyai arti bahwa variabel yang mempunyai bobot paling minimum merupakan metode yang paling sedikit mempunyai efek terhadap masyarakat. Jadi semakin kecil bobot suatu variabel mencerminkan semakin kecilnya dampak sosial yang ditimbulkan.

4.7 Bagan Alir Penelitian

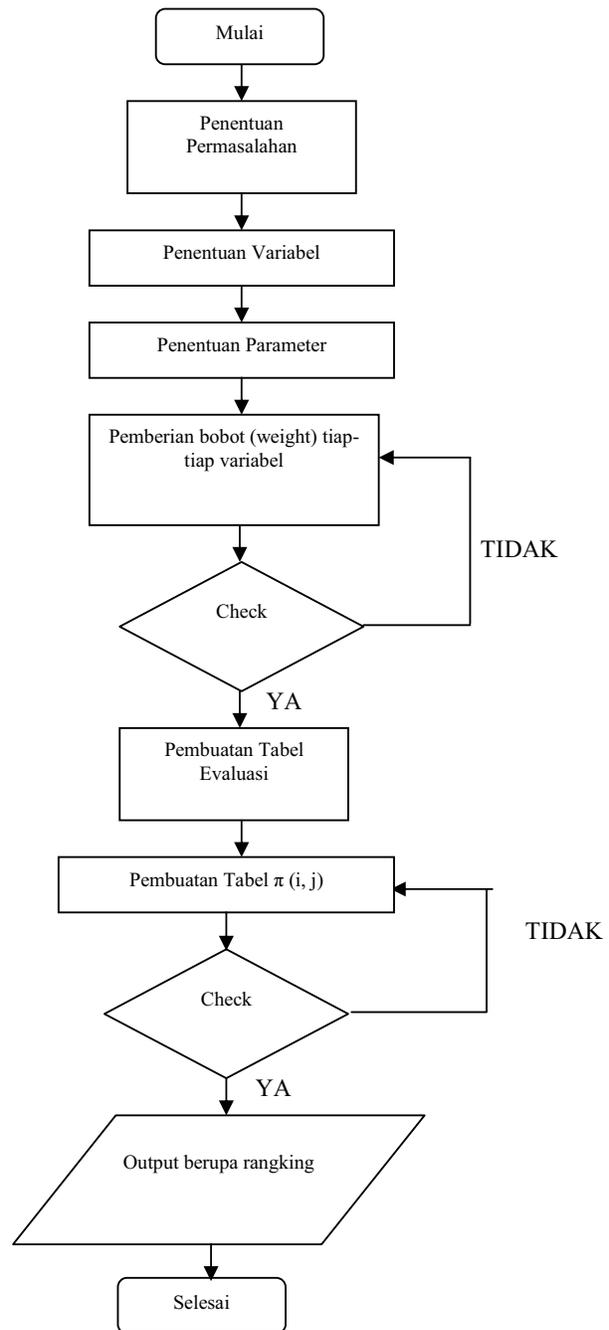


Gambar 4.8 Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah yang akan dijalankan dalam penelitian tesis ini adalah:

1. Penelitian dimulai dengan pencarian dan pengumpulan data-data teknis dan sosial yang berkaitan dengan DAS Beringin. Data-data tersebut antara lain kependudukan, gambar DAS, tata guna lahan, metereologi, dan lain sebagainya. Data-data diperoleh melalui instansi-instansi / dinas-dinas pemerintah, seperti BPS (Badan Pusat Statistik), Bappeda Provinsi Jawa Tengah, Laboratorium Hidrologi Undip Semarang, dan lain sebagainya.
2. Setelah data-data tersebut diperoleh, analisa penyebab banjir Sungai Beringin dapat dilakukan. Untuk menganalisa penyebab banjir Sungai Beringin, penulis menggunakan bantuan *software* EPA-SWMM.
3. Langkah yang selanjutnya adalah mulai menganalisa metode-metode dalam mengatasi banjir pada Sungai Beringin. Metode yang digunakan adalah metode tanggul, metode restorasi, metode embung, metode penegakan hukum, metode relokasi, dan metode pengelolaan DAS.
4. Dilanjutkan dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi kebijakan-kebijakan yang telah diambil oleh Pemerintah Kota Semarang dalam upaya mengelola banjir Kali Beringin.
5. Selanjutnya adalah melakukan wawancara dan kuesioner terhadap masyarakat Mangkang Wetan dan Beringin.
6. Setelah wawancara dan kuesioner dilaksanakan, hasil dari wawancara dan kuesioner tersebut digunakan sebagai input PROMETHEE.
7. Running PROMETHEE dilakukan. Apabila terjadi kesalahan, maka perlu dilakukan pengecekan terhadap *input*.
8. Hasil *running* PROMETHEE berupa rangking. Rangking yang tertinggi adalah pilihan yang paling ideal.

Gambar 4.23 dibawah ini menunjukkan alur pikir dari PROMETHEE.



Gambar 4.9 Alur Pikir Metode PROMETHEE

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisa Banjir Sungai Beringin

Dalam menganalisa banjir pada Sungai Beringin digunakan *software* EPA-SWMM Version 5.0. Pemodelan analisa banjir pada EPA SWMM didasarkan pada kondisi DAS Beringin pada saat ini.

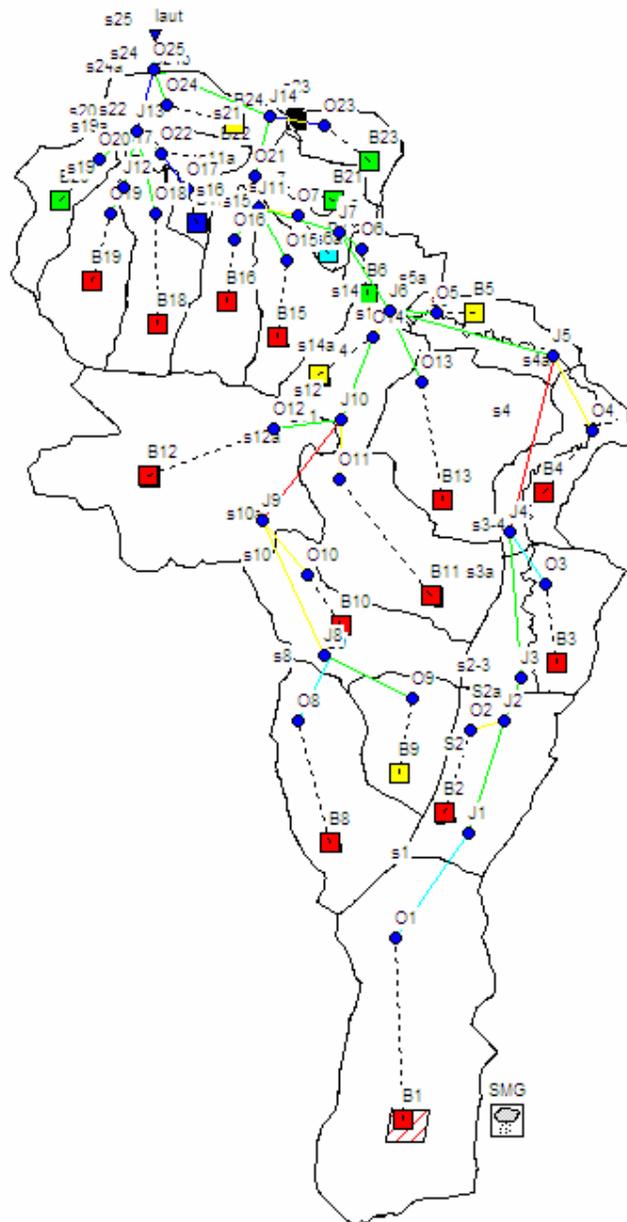
5.1.1 Analisa Luasan DAS Beringin

DAS Beringin mempunyai luas 32 km² dengan pembagian 24 sub DAS. Luas masing-masing sub DAS tersebut disajikan dalam Tabel 5.1

Tabel 5.1
Luas Sub DAS Beringin

Sub DAS	Luas (m ²)	Sub DAS	Luas (m ²)
Sub DAS 1 (B1)	4.319.587	Sub DAS 13 (B13)	2.030.689
Sub DAS 2 (B2)	1.583.935	Sub DAS 14 (B14)	982.981
Sub DAS 3 (B3)	1.510.868	Sub DAS 15 (B15)	1.099.858
Sub DAS 4 (B4)	1.070.691	Sub DAS 16 (B16)	1.100.000
Sub DAS 5 (B5)	835.211	Sub DAS 17 (B17)	242.994
Sub DAS 6 (B6)	616.784	Sub DAS 18 (B18)	1.091.879
Sub DAS 7 (B7)	312.636	Sub DAS 19 (B19)	1.087.895
Sub DAS 8 (B8)	1.836.497	Sub DAS 20 (B20)	736.209
Sub DAS 9 (B9)	975.558	Sub DAS 21 (B21)	620.499
Sub DAS 10 (B10)	1.449.824	Sub DAS 22 (B22)	375.350
Sub DAS 11 (B11)	1.990.127	Sub DAS 23 (B23)	532.556
Sub DAS 12 (B12)	3.710.964	Sub DAS 24 (B24)	898.191

Sumber: Hasil Analisa Peta DAS Beringin (2007)



Gambar 5.1 Pembagian Sub DAS pada DAS Beringin, Sumber: Analisa EPA-SWMM (2007)

5.1.2 Analisa Tutupan Lahan

Analisa tutupan lahan pada DAS Beringin dilakukan untuk mengetahui besarnya area *pervious* dan *impervious*. Besarnya nilai *pervious* dan *impervious*

pada DAS Beringin ditentukan berdasarkan pada peta tata guna lahan DAS Beringin tahun 2006. Tabel 5.2 menunjukkan besarnya area *pervious* dan *impervious* pada DAS Beringin. Area *pervious* pada DAS Beringin meliputi areal persawahan, hutan, jalan yang masih alami, padang rumput, dan lahan kosong. Sedangkan area *impervious* pada DAS Beringin meliputi jalan beraspal, pemukiman penduduk, kawasan pertokoan dan bisnis serta kawasan industri yang lapisan tanahnya telah menggunakan beton / aspal / *paving block*.

Tabel 5.2
Persentase Area Pervious dan Impervious
Serta Nilai Manningsnya pada DAS Beringin

Sub DAS	Pervious Area (%)	Nilai Manning Pervious Area	Impervious Area (%)	Nilai Manning Impervious Area
Sub DAS 1	87,28	0,4	12,72	0,015
Sub DAS 2	96,75	0,4	3,25	0,015
Sub DAS 3	86,22	0,4	13,78	0,015
Sub DAS 4	94,64	0,15	5,36	0,013
Sub DAS 5	48,41	0,17	51,59	0,013
Sub DAS 6	59,88	0,17	40,12	0,015
Sub DAS 7	89,20	0,17	10,80	0,015
Sub DAS 8	82,34	0,4	17,66	0,015
Sub DAS 9	93,83	0,4	6,17	0,015
Sub DAS 10	97,61	0,13	2,39	0,011
Sub DAS 11	80,19	0,13	19,81	0,011
Sub DAS 12	90,28	0,17	9,72	0,014
Sub DAS 13	62,84	0,13	37,16	0,014
Sub DAS 14	95,84	0,13	4,16	0,014
Sub DAS 15	91,23	0,13	8,77	0,011
Sub DAS 16	96,87	0,13	3,13	0,011
Sub DAS 17	94,02	0,13	5,98	0,011
Sub DAS 18	94,59	0,13	5,41	0,011
Sub DAS 19	91,13	0,13	8,87	0,011
Sub DAS 20	92,43	0,13	7,57	0,012
Sub DAS 21	32,87	0,05	67,13	0,012
Sub DAS 22	75,41	0,05	24,59	0,012
Sub DAS 23	57,54	0,05	42,46	0,012
Sub DAS 24	30,79	0,05	69,21	0,012

Sumber: Hasil Analisa Peta DAS Beringin (2007)

5.1.3 Analisa Kemiringan Lahan

Air mengalir dari tempat yang tinggi menuju ke tempat yang rendah sesuai dengan sifatnya. Semakin landai suatu permukaan, maka air yang mengalir pada

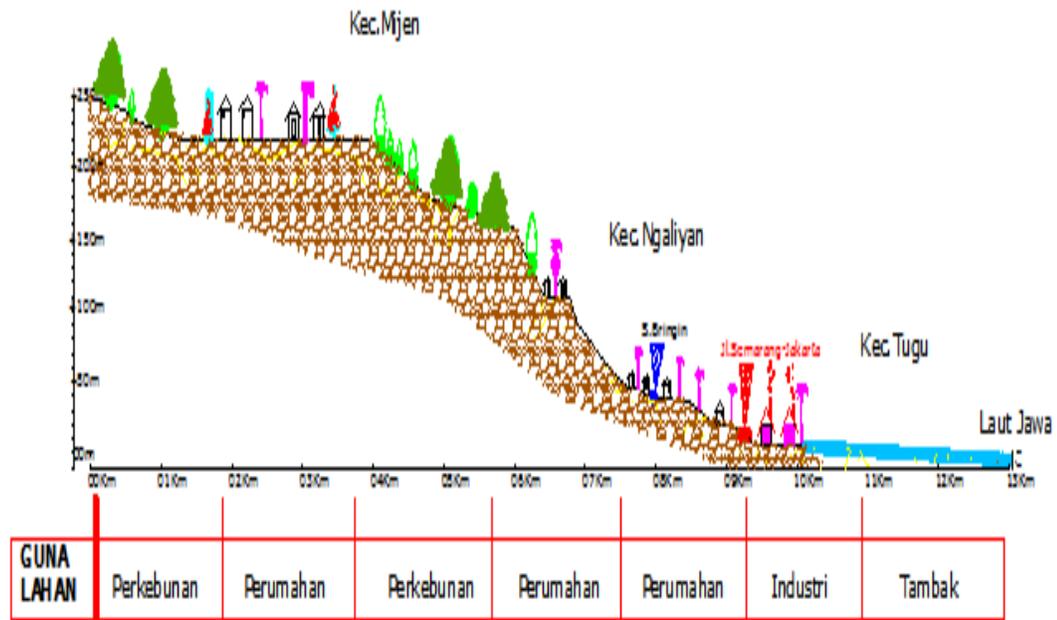
permukaan tersebut akan semakin lambat. Analisa kemiringan lahan diperlukan untuk mengetahui kecepatan *run off* pada DAS Beringin. Perhitungan kemiringan lahan DAS Beringin dilakukan dengan membagi selisih jarak lahan dengan elevasi. Tabel 5.3 menunjukkan besarnya kemiringan lahan pada DAS Beringin. Kemiringan lahan pada Tabel 5.3 adalah kemiringan rata-rata pada masing-masing sub DAS.

Tabel 5.3
Kemiringan Lahan Pada DAS Beringin

Sub DAS	Kemiringan Lahan(%)	Sub DAS	Kemiringan Lahan (%)
Sub DAS 1	1,3	Sub DAS 13	4,7
Sub DAS 2	8,79	Sub DAS 14	1,45
Sub DAS 3	15,98	Sub DAS 15	1,46
Sub DAS 4	5,61	Sub DAS 16	1,03
Sub DAS 5	7,33	Sub DAS 17	3,73
Sub DAS 6	12,26	Sub DAS 18	1,18
Sub DAS 7	18,12	Sub DAS 19	10,99
Sub DAS 8	8,72	Sub DAS 20	7,51
Sub DAS 9	5,69	Sub DAS 21	10,75
Sub DAS 10	10,34	Sub DAS 22	1,97
Sub DAS 11	3,13	Sub DAS 23	1,97
Sub DAS 12	0,5	Sub DAS 24	5,94

Sumber: Hasil Analisa Peta Kontur DAS Beringin (2007)

Gambar 5.2 menunjukkan topografi dan tata guna 3 (tiga) kecamatan yang dilintasi oleh Sungai Beringin.



Gambar 5.2 Topografi dan Tata Guna Lahan Kecamatan Mijen, Ngaliyan, dan Tugu

Sumber: Dokumen Pribadi (2005)

5.1.4 Analisa Curah Hujan

Data hujan yang digunakan dalam menganalisa banjir Sungai Beringin adalah data hujan dengan periode ulang 5 (lima) tahunan. Perhitungan curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan distribusi Gumbel. Persamaan distribusi Gumbel ditunjukkan dibawah ini:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K \cdot S_x$$

Dimana :

X_{Tr} = Curah hujan pada periode ulang T_r .

T_r = Periode Ulang (tahun).

\bar{X} = Hujan maximum rata-rata (mm).

S_x = Standar deviasi.

K = Faktor frekuensi.

Persamaan faktor frekuensi :

$$K = \frac{(Y_{Tr} - \bar{Y}_n)}{S_n}$$

S_n dan Y_n tergantung pada jumlah data (n), yang nilainya seperti tabel berikut :

Tabel 5.4
Nilai Y_n dan S_n

N	Y_n	S_n	N	Y_n	S_n
10	0.4952	0.9496	16	0.5157	1.0316
11	0.4996	0.9676	17	0.5181	1.0411
12	0.5035	0.9833	18	0.5202	1.0493
13	0.5070	0.9971	19	0.5220	1.0565
14	0.5100	1.0095	20	0.5225	0.0628
15	0.5128	1.0206	21	0.5252	1.0696

Sumber: McCuen, R. et al. (1996)

Persamaan Y_{Tr} (*reduced variate*) merupakan fungsi periode ulang (T) :

$$Y_{Tr} = \left[0,834 + 2,303 \log \frac{T_r}{T_r} - 1 \right]$$

Dari pengolahan ini, akan diperoleh curah hujan dengan kala ulang (periode berkala) selama T_r tahun (2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun).

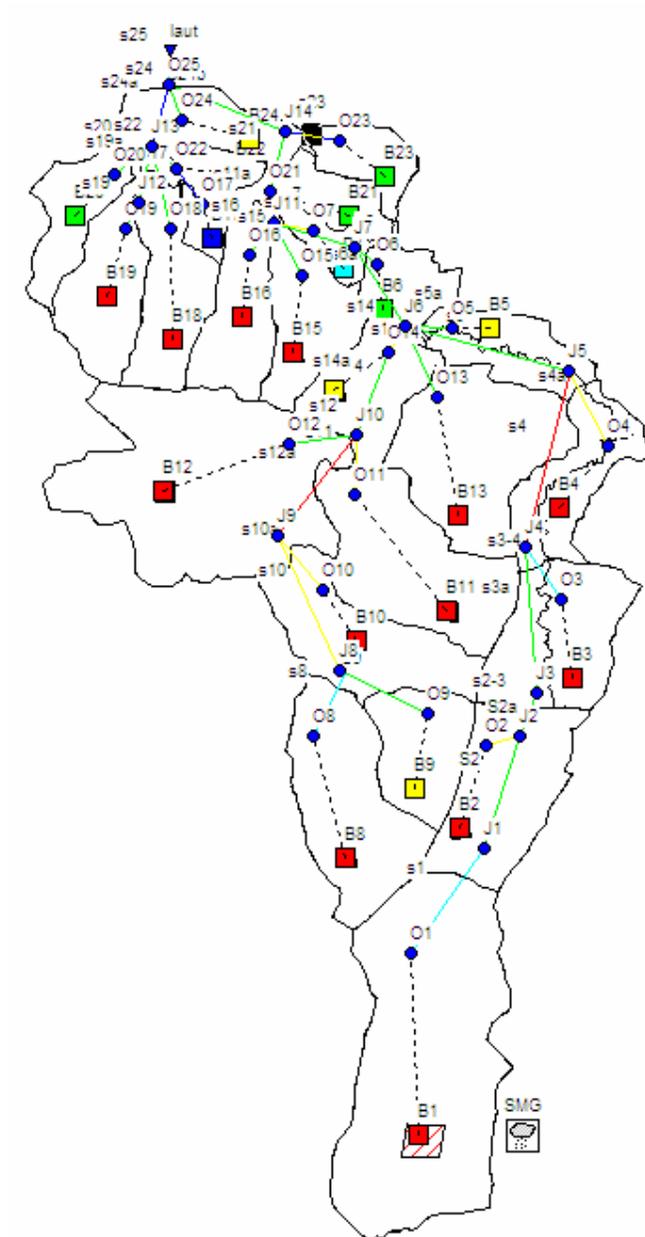
5.1.5 Analisa EPA-SWMM

Hasil analisa banjir pada DAS Beringin menggunakan EPA SWMM dapat dilihat dalam Tabel 5.5

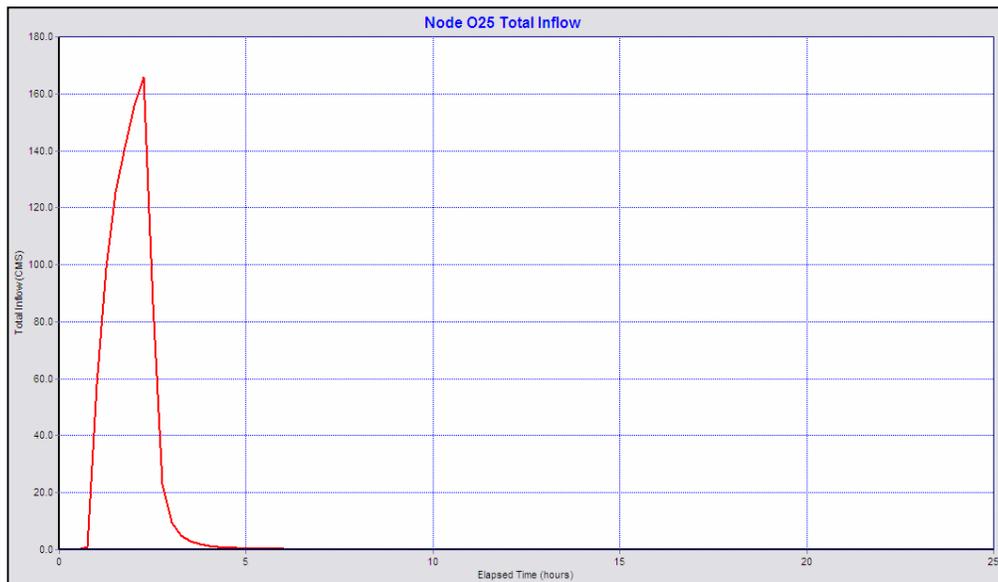
Tabel 5.5
Hasil Analisa Banjir DAS Beringin Menggunakan SWMM

	Hasil Analisa SWMM
Presipitasi total (mm)	154,687
Infiltrasi total (mm)	128,448
Surface runoff (mm)	25,669
$Q_5(m^3/s)$	165,94

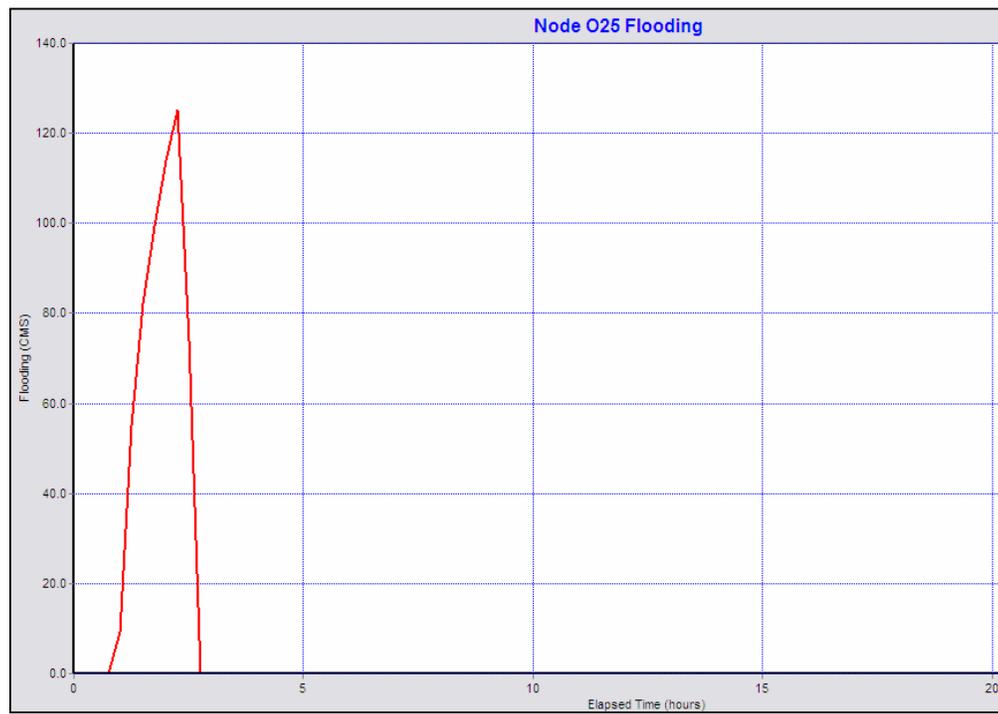
Sumber: Analisa EPA-SWMM (2008)



Gambar 5.3 Peta Analisa DAS Beringin Menggunakan EPA-SWMM Sumber:
Analisa EPA-SWMM (2008)



Gambar 5.4 Total Inflow Pada Node O25. Sumber: Analisa EPA-SWMM (2008)



Gambar 5.5 Flooding Pada Node O25. Sumber: Analisa EPA-SWMM (2008)

Dari Gambar 5.5 terlihat bahwa banjir terjadi pada node O25 pada DAS Beringin. Pada node O25 terjadi banjir sebesar $125\text{m}^3/\text{detik}$.

5.2 Analisa Metode-Metode Penanggulangan Banjir

Berdasarkan hasil analisa EPA SWMM, banjir terjadi pada node O25. Untuk dapat menganalisa metode yang paling tepat dalam mengelola banjir DAS Beringin, maka perlu diketahui detail dari area yang banjir tersebut.

Node O25 merupakan daerah tangkapan dari DAS Beringin. Pada node O25 terdapat saluran yang menuju ke laut. Saluran tersebut adalah S25.

Tabel 5.6
Detail Saluran S25

Nama Node	Panjang (m)	Bentuk Saluran	Kedalaman (m)	Manning
S25	2000	Trapeسيوم	3	0,03

Sumber: Analisa EPA-SWMM (2008)

Saluran S25 merupakan saluran yang berada di hilir DAS Beringin. Seperti yang tercantum dalam Tabel 5.8, saluran S25 mempunyai kedalaman 3 meter dan bentuk saluran adalah trapesium dengan nilai Manning sebesar 0,03.

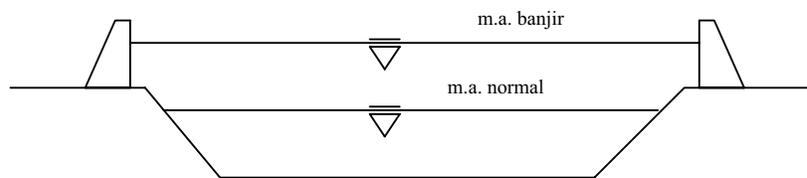


Gambar 5.6 Kondisi Lapangan Saluran S25. Sumber: Dokumen Pribadi (2006)

5.2.1 Analisa Metode Tanggul

Metode tanggul merupakan metode pengelolaan banjir dengan cara menaikkan elevasi tanah di bantaran sungai dengan tujuan air tidak melewati bantaran tersebut (FEMA, 2001). Sedangkan fungsi tanggul adalah untuk melokalisir banjir di sungai, sehingga tidak melimpas ke kanan dan ke kiri sungai yang merupakan daerah peruntukan (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Berdasarkan analisa EPA SWMM, banjir terjadi pada saluran S25. Debit yang datang adalah sebesar $165,94 \text{ m}^3/\text{s}$. Untuk dapat mengatasi banjir tersebut, maka dapat dibangun tanggul disepanjang saluran S25. Tanggul yang harus dibangun sepanjang saluran O25 adalah setinggi 4,325 m.

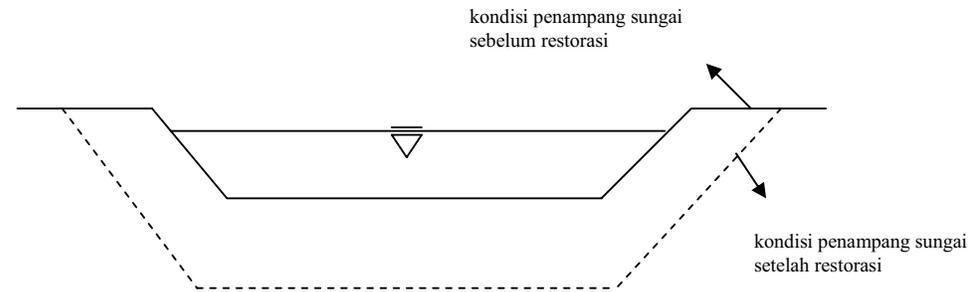


Gambar 5.7 Metode Tanggul Untuk Mengatasi Banjir Sungai Beringin,
Sumber: Dokumen Pribadi (2008)

5.2.2 Analisa Metode Restorasi Sungai

Yang dimaksud dengan restorasi sungai adalah mengembalikan ukuran baik lebar maupun kedalaman sungai sesuai dengan kondisi awalnya. Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002) restorasi sungai adalah bertujuan memperbesar kapasitas tampung sungai dan memperlancar aliran. Karena data lebar dan kedalaman sungai Beringin pada kondisi awal tidak diketahui, maka metode restorasi sungai akan dilakukan sampai dengan kondisi dimana tidak terjadi banjir.

Berdasarkan analisa EPA SWMM, banjir terjadi pada saluran S25. Debit yang datang adalah sebesar $165,94 \text{ m}^3/\text{s}$. Untuk dapat mengatasi banjir tersebut, maka kedalaman dan lebar saluran S25 dapat diperluas. Untuk kedalaman saluran S25 dapat dikeruk sedalam 5 meter. Sedangkan lebar saluran S25 dapat diperlebar sejauh 8 meter. Hal ini berarti Pemerintah Kota harus membebaskan lahan warga sejauh 4 meter dari bantaran sungai.



Gambar 5.8 Metode Restorasi Sungai Untuk Mengatasi Banjir Sungai Beringin,

Sumber: Dokumen Pribadi (2008)

5.2.3 Analisa Metode Embung

Salah satu menanggulangi banjir adalah menahan air pada bagian hulu selama mungkin untuk kemudian dialirkan ke bagian hilir. Menahan air dapat dilakukan dengan menggunakan embung / lumbung air. Embung berfungsi sebagai *detention* dan *retention storage*.

Untuk mengatasi banjir Sungai Beringin dapat dibangun 9 (sembilan) buah embung / lumbung air. Lokasi dari kesembilan embung tersebut berada di hulu DAS Beringin, yaitu pada *sub catchment* B1, B5, B6, B7, B12, B14, B21, dan B23. Berikut detail dari embung-embung tersebut:

1. Embung P1

Letak pada *sub catchment* B1. Luas tanah yang dibebaskan 28.353 m². Areal yang dibebaskan berupa perkebunan. Embung P1 mempunyai kedalaman maksimum 6 (enam) meter dan volume maksimum sebesar 129.700 m³.

2. Embung P2

Letak pada *sub catchment* B12. Luas tanah yang dibebaskan 28.353 m². Areal yang dibebaskan berupa pemukiman penduduk dan persawahan. Embung P2 mempunyai kedalaman maksimum 6 (enam) meter dan volume maksimum sebesar 129.700 m³.

3. Embung P3

Letak pada *sub catchment* B6. Luas tanah yang dibebaskan 28.353 m². Areal yang dibebaskan berupa pemukiman penduduk dan perkebunan.

Embung P3 mempunyai kedalaman maksimum 6 (enam) meter dan volume maksimum sebesar 129.700 m³.

4. Embung P4

Letak pada *sub catchment* B5. Luas tanah yang dibebaskan 17.672 m². Areal yang dibebaskan berupa perkebunan. Embung P4 mempunyai kedalaman maksimum 5 (lima) meter dan volume maksimum sebesar 62.600 m³.

5. Embung P5

Letak pada *sub catchment* B14. Luas tanah yang dibebaskan 28.353 m². Areal yang dibebaskan berupa pemukiman penduduk dan perkebunan. Embung P5 mempunyai kedalaman maksimum 6 (enam) meter dan volume maksimum sebesar 129.700 m³.

6. Embung P6

Letak pada *sub catchment* B16. Luas tanah yang dibebaskan 28.353 m². Areal yang dibebaskan berupa perkebunan. Embung P6 mempunyai kedalaman maksimum 6 (enam) meter dan volume maksimum sebesar 129.700 m³.

7. Embung P7

Letak pada *sub catchment* B7. Luas tanah yang dibebaskan 28.353 m². Areal yang dibebaskan berupa perkebunan. Embung P7 mempunyai kedalaman maksimum 6 (enam) meter dan volume maksimum sebesar 129.700 m³.

8. Embung P8

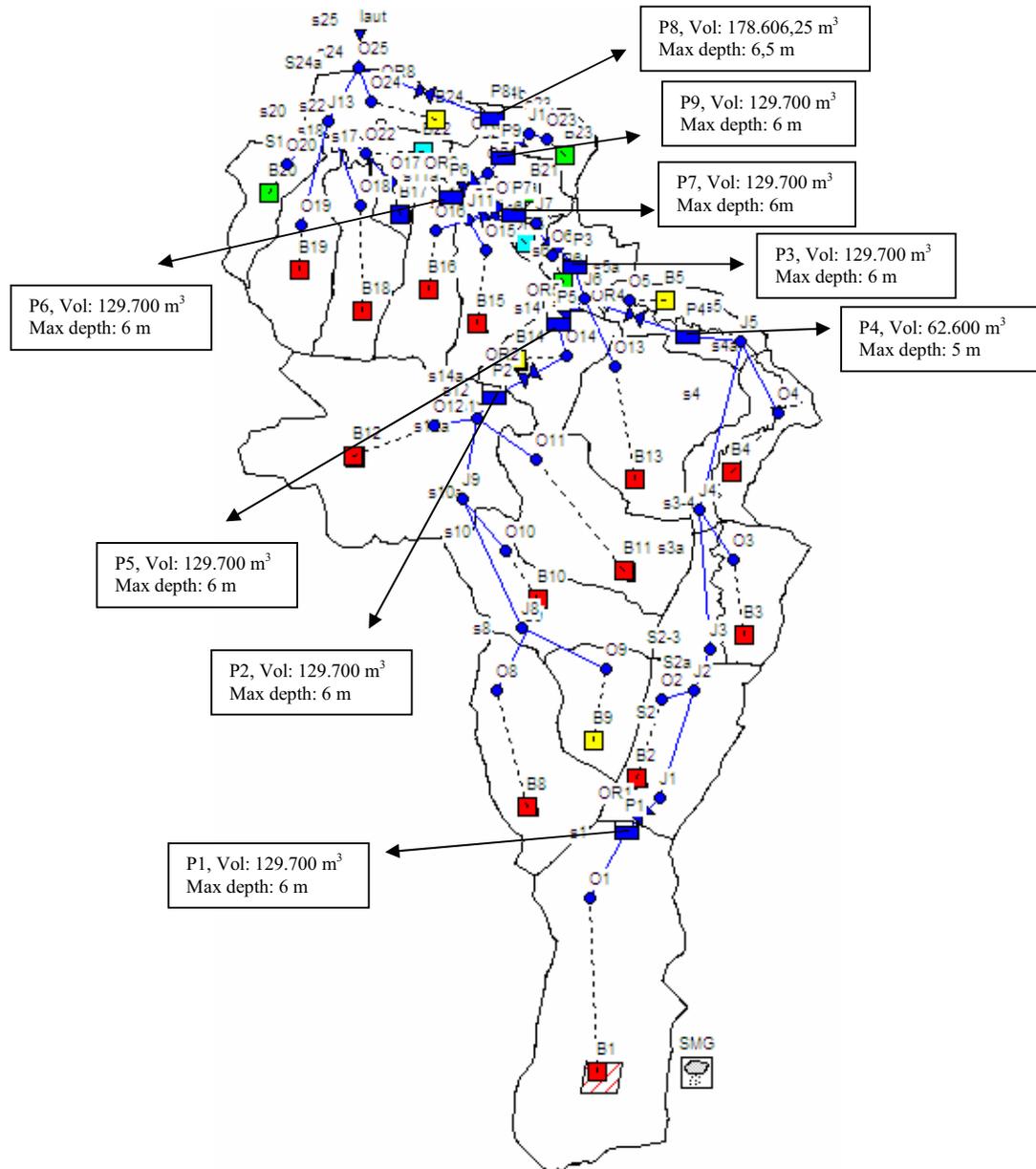
Letak pada *sub catchment* B23. Luas tanah yang dibebaskan 41.548 m². Areal yang dibebaskan berupa perkebunan. Embung P8 mempunyai kedalaman maksimum 6,5 (enam koma lima) meter dan volume maksimum sebesar 178.606,25 m³.

9. Embung P9

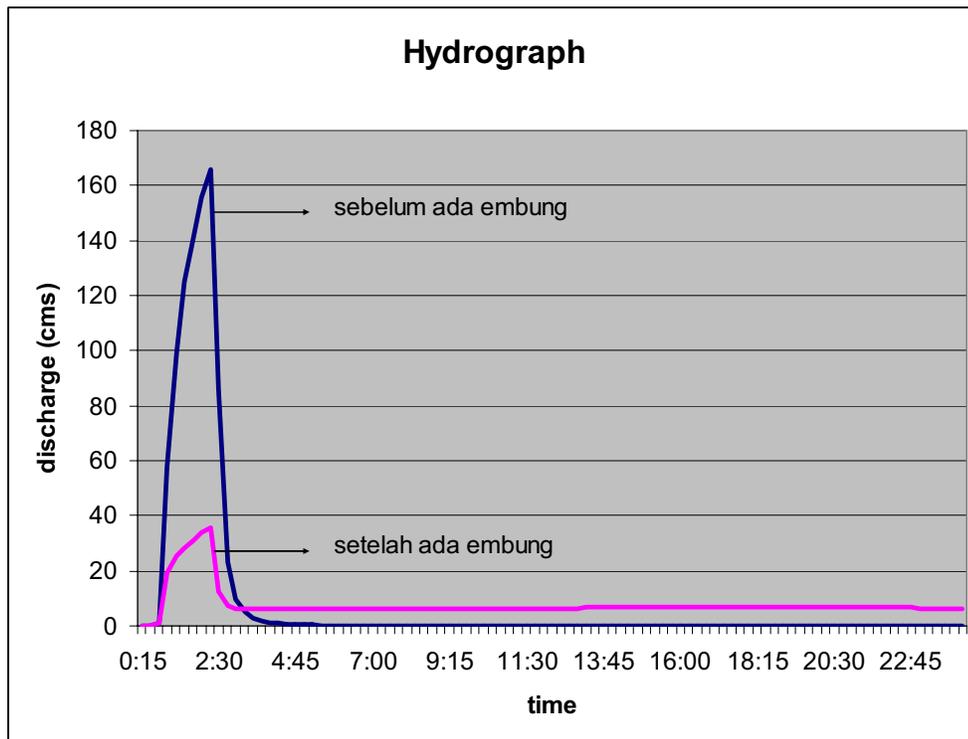
Letak pada *sub catchment* B21. Luas tanah yang dibebaskan 28.353 m². Areal yang dibebaskan berupa pemukiman penduduk dan perkebunan.

Embung P9 mempunyai kedalaman maksimum 6 (enam) meter dan volume maksimum sebesar 129.700 m^3 .

Gambar 5.9 dibawah ini menunjukkan lokasi embung.



Gambar 5.9 Lokasi Embung pada Peta DAS Beringin Sumber: Analisa EPA -SWMM (2008)



Gambar 5.10 Hydrograph Pada Node O25 Sebelum dan Sesudah Adanya Embung,
Sumber: Analisa EPA SWMM (2008)

5.2.4 Analisa Metode Relokasi

Yang dimaksud dengan relokasi adalah memindahkan penduduk dari suatu tempat ke tempat yang lebih baik kondisinya. Berdasarkan analisa EPA SWMM, debit air yang melimpas adalah sebesar $125,20 \text{ m}^3/\text{s}$.

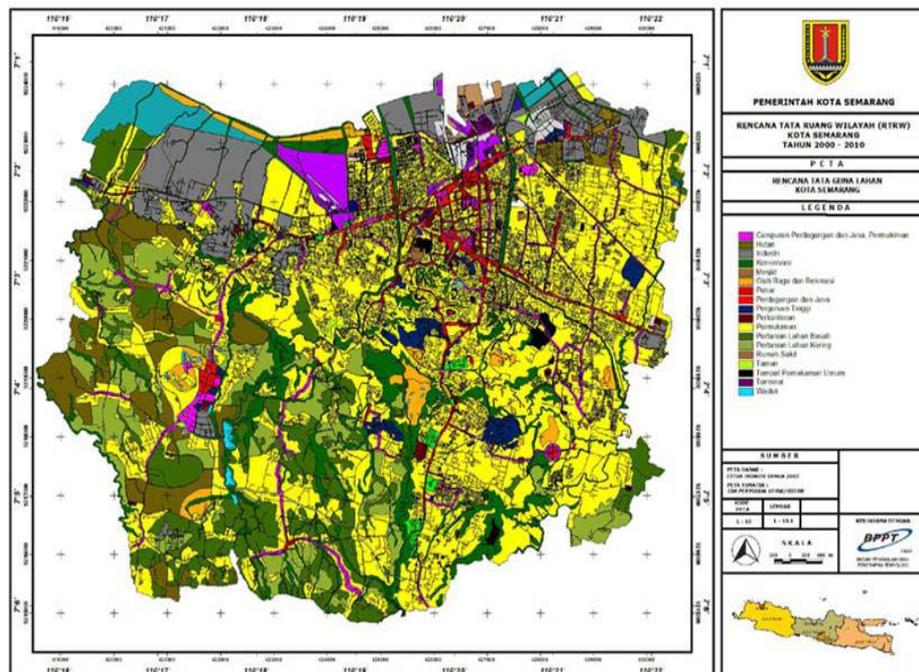
Apabila metode relokasi dipergunakan untuk mengatasi banjir Sungai Beringin, maka yang harus diperhatikan oleh Pemerintah Kota Semarang adalah lokasi relokasi dan persepsi penduduk. Menurut Harian Suara Merdeka tanggal 27 Desember 2005, penduduk disekitar Sungai Beringin bermata pencaharian sebagai petambak dan petani. Apabila memindahkan penduduk tersebut ke lokasi baru, maka penduduk merasa kehilangan mata pencahariannya yang menghidupi mereka sehari-hari.

Oleh karena itu faktor-faktor sosial seperti sikap penduduk, tempat relokasi, dan jaminan pekerjaan di tempat relokasi merupakan faktor-faktor yang mempunyai efek besar dalam sukses tidaknya metode relokasi.

5.2.5 Analisa Metode Penegakan Hukum

Berdasarkan analisa EPA SWMM dan observasi di lapangan, banjir yang terjadi di daerah hilir secara garis besar disebabkan oleh 2 (dua) hal, yaitu perubahan tata guna lahan dan pembuangan sampah di sungai. Menurut Harian Suara Merdeka tanggal 27 Desember 2005, sejak tahun 1999 hingga 2003 telah terjadi perubahan tata guna lahan secara besar-besaran di DAS Beringin.

Berdasarkan peta RTRW (Rencana Tata Ruang dan Wilayah) Kota Semarang 2000-2010, daerah DAS Beringin seharusnya dipergunakan untuk pertanian, perkebunan, dan sebagian kecil untuk pemukiman penduduk. Namun berdasarkan observasi di lapangan, banyak peyalahgunaan tata ruang yang terjadi. Banyak hutan yang di alih fungsikan menjadi pemukiman penduduk dan industri.



Gambar 5.11 Peta RTRW Kota Semarang 2000-2010. Sumber: Bappeda Kota Semarang (2005)



Gambar 5.12 Pembukaan Hutan Untuk Pemukiman. Sumber : Dokumen Pribadi (2007)

Selain perubahan tata guna lahan untuk pemukiman penduduk dan industri, masyarakat di sekitar Sungai Beringin juga masih sering membuang sampah ke sungai. Gambar 5.18 menunjukkan sampah yang ada di Sungai Beringin. Pemerintah Kota Semarang telah menerbitkan Perda tentang larangan membuang sampah melalui Perda No 6 Tahun 1993. Sanksi yang tercantum dalam Perda tersebut cukup jelas, yaitu denda Rp.50.000 atau maksimal kurungan 3 bulan.



Gambar 5. 13 Sampah di Sungai Beringin. Sumber: Dokumen Pribadi (2007)

Permasalahan lain pada DAS Beringin adalah adanya pemukiman penduduk pada daerah sempadan Sungai Beringin. Menurut Permen PU No 63/Prt/1993, daerah sempadan adalah kawasan sepanjang kiri kanan sungai termasuk sungai buatan, yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi sungai. Berdasarkan Pasal 8 Permen PU No. 63/Prt/1993, batas minimum garis sempadan sungai adalah 15 (lima belas) meter untuk sungai tak bertanggung yang berada di dalam kawasan perkotaan dengan kedalaman 3 (tiga) hingga 20 (dua puluh) meter. Sedangkan pada Pasal 12 Permen PU No. 63/Prt/1993, pada daerah sempadan sungai masyarakat dilarang membuang sampah dan mendirikan bangunan permanen untuk hunian atau tempat usaha.

Melihat banyaknya pelanggaran yang terjadi di DAS Beringin, maka metode penegakan hukum sangat diperlukan dalam mengatasi banjir yang terjadi. Metode penegakan hukum dapat dimulai dari sosialisasi-sosialisasi kepada masyarakat sekitar DAS Beringin mengenai banjir dan penyebabnya serta aturan-aturan hukum yang mengatur mengenai tata kota dan sungai.

5.2.6 Analisa Metode Pengelolaan DAS (Daerah Aliran Sungai)

Seperti yang tercantum dalam Pasal 1 angka 11 UU No 7 Tahun 2004, Daerah Aliran Sungai (DAS) 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 alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Menurut pengertian diatas, DAS mempunyai fungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air secara alami. Fungsi-fungsi alami tersebut sangat berpengaruh terhadap kelangsungan makhluk hidup disekitarnya dan fungsi tersebut perlu dilindungi.

Berdasarkan Peta RTRW Kota Semarang 2000-2010, kawasan DAS Beringin diperuntukan sebagai kawasan pertanian, perkebunan, dan sebagian untuk pemukiman. Namun pada kenyataannya telah banyak terjadi pelanggaran dan pengalihfungsian kawasan tersebut. Oleh karena itu pengelolaan DAS

Beringin diperlukan dalam rangka upaya mengelola dampak dari pengalihfungsian kawasan tersebut.

Pengelolaan DAS Beringin dilakukan didaerah hulu DAS Beringin dan diutamakan pada upaya-upaya konservasi. Sebagaimana diketahui, fungsi DAS yang terkena dampak terbesar dari pengalihfungsian hutan di DAS Beringin adalah fungsi penampungan dan penyimpanan. Upaya-upaya konservasi seperti pembuatan tera sering, pembuatan guludan yang sejajar dengan kemiringan lereng, perubahan pola tanam, dan penerapan sumur resapan pada pemukiman dan industri terbukti mampu menahan laju air dan menyimpannya dalam air tanah.

5.3 Penentuan Kebijakan Menggunakan PROMETHEE

Penentuan kebijakan dalam mengatasi permasalahan banjir Sungai Beringin melibatkan berbagai pihak. Pihak penentu kebijakan (pemerintah) memegang peranan yang penting karena kebijakan yang diambil akan menentukan nasib masyarakat. Oleh sebab itu pemerintah tidak boleh gegabah dalam menentukan kebijakan tersebut.

Dalam menentukan kebijakan untuk mengatasi banjir Sungai Beringin, pemerintah harus senantiasa melibatkan masyarakat seperti yang tercantum dalam pasal 11 ayat 3 UU No 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air. Oleh sebab itu pemerintah harus melakukan sistem pengambilan keputusan secara *bottom up*. Sistem pengambilan keputusan secara *bottom up* adalah sistem pengambilan keputusan dengan menampung aspirasi dan keinginan masyarakat sebelum menentukan suatu kebijakan dan kebijakan tersebut harus bermanfaat bagi masyarakat tersebut.

5.3.1 Analisa Hasil Kuesioner

Kuesioner terhadap penduduk di sekitar Sungai Beringin, tepatnya penduduk Beringin dan Mangkang Wetan dilaksanakan pada tanggal 22-23 Juli 2008. Jumlah responden adalah 60 responden, dengan perincian 30 responden penduduk Mangkang Wetan dan 30 responden penduduk Beringin.

Jumlah kuesioner yang disebar dan dibagikan kepada responden adalah sebanyak 60 kuesioner. Jumlah kuesioner yang dikembalikan ke peneliti pada saat

yang ditentukan sebanyak 60 kuesioner. Setelah diteliti kelengkapan dan keabsahannya ternyata hanya ada 57 kuesioner saja yang layak untuk diolah lebih lanjut dan ditetapkan sebagai sampel penelitian dalam tesis ini.

Dari hasil proses pengumpulan data dari 60 responden yang merupakan penduduk di sekitar Sungai Beringin, diperoleh berbagai informasi penelitian yang berkaitan tentang pengelompokkan responden meliputi : jenis kelamin, umur, pendidikan terakhir dan pekerjaan.

Penyajian atas hasil pengelompokkan responden menurut jenis kelamin, usia, pendidikan terakhir dan pekerjaan ditampilkan dalam tabel berikut ini :

Tabel 5.7
Jenis Kelamin Responden

Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase
Laki-laki	37	64,91 %
Perempuan	20	35,09 %
Jumlah	57	100 %

Sumber: Data primer yang diolah (2008)

Tabel 5.7 menunjukkan bahwa dari 57 responden yang mengembalikan kuesioner, 37 orang atau 64,91 % adalah pria dan 20 orang atau 35,09 % adalah wanita.

Tabel 5.8
Umur Responden

Umur Responden	Jumlah	Persentase
Dibawah 30 tahun	4	7,02 %
30 – 40 tahun	22	38,59 %
Diatas 40 tahun	31	54,39 %
Jumlah	57	100 %

Sumber: Data primer yang diolah (2008)

Tabel 5.8 menunjukkan bahwa dari 57 responden yang mengembalikan kuesioner dapat dilihat bahwa responden yang berusia di bawah 30 tahun sebanyak 4 orang atau 7,02 %, responden yang berusia antara 30–40 tahun sebanyak 22 orang atau

38,59 % sedangkan yang berusia diatas 40 tahun sebanyak 31 orang atau 54,39 %.

Tabel 5.9
Pendidikan Terakhir

Pendidikan Terakhir	Jumlah	Persentase
SD	2	3,51 %
SLTP	3	5,26 %
SMU	18	31,58 %
D3	16	28,07 %
S-1	18	31,58 %
Jumlah	57	100 %

Sumber: Data primer yang diolah (2008)

Tabel 5.9 menunjukkan bahwa dari 57 responden yang mengembalikan kuesioer dapat dilihat bahwa responden yang memiliki pendidikan terakhir SD sebanyak 2 orang atau 3,51 %, responden yang memiliki pendidikan terakhir SLTP sebanyak 3 orang atau 5,26 %, responden yang memiliki pendidikan terakhir SMU sebanyak 18 orang atau 31,58 %, responden yang memiliki pendidikan terakhir D3 sebanyak 16 orang atau 28,07 %, dan responden yang memiliki pendidikan terakhir S-1 sebanyak 18 orang atau 31,58 %.

Tabel 5.10
Pekerjaan

Pekerjaan	Jumlah	Persentase
PNS	7	12,28 %
Petani	10	17,54 %
Nelayan	13	22,81 %
Buruh	17	29,82 %
Karyawan Swasta	6	10,53 %
Lainnya	4	7,02 %
Jumlah	57	100 %

Sumber: Data primer yang diolah (2008)

Tabel 5.10 menunjukkan bahwa dari 57 responden yang mengembalikan kuesioner, responden yang bekerja sebagai PNS (Pegawai Negeri Sipil) sebanyak 7 orang atau 12,28 %, responden yang bekerja sebagai petani sebanyak 10 orang atau 17,54 %, responden yang bekerja sebagai nelayan sebanyak 13 orang atau 22,81 %, responden yang bekerja sebagai buruh sebanyak 17 orang atau 29,82 %, responden yang bekerja sebagai karyawan swasta sebanyak 6 orang atau 10,53%, dan responden yang tidak bekerja, pelajar atau bekerja dirumah sebanyak 4 orang atau 7,02 %.

Tabel 5.11
Hasil Kuesioner

Alternatif Kriteria	Metode Tanggul	Metode Restorasi	Metode Embung	Metode Relokasi	Metode Penegakan Hukum	Metode Pengelolaan DAS
Efektifitas	3300	5050	3150	2850	1150	2600
Biaya	4150	4300	3850	2700	2200	3050
Keinginan	2400	4800	2450	2350	2650	2600
Tk. Partisipasi	5000	5100	4850	4950	5250	4750
Dampak Lingkungan	2650	2550	2400	1700	1600	1650
Dampak Sosial	2500	2550	2650	3100	2700	2350

Sumber: Data primer yang diolah (2008)

Tabel 5.11 menunjukkan hasil jawaban responden atas kuesioner. Pengisian nilai pada masing-masing metode didasarkan pada jumlah kumulatif atas jawaban responden terhadap pertanyaan terkait.

5.3.2 Analisa Penentuan Kebijakan dengan PROMETHEE

Dalam melakukan proses penentuan kebijakan menggunakan PROMETHEE, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat *Evaluation Table*. *Evaluation Table* adalah tabel yang memuat kriteria, tipe kriteria, dan juga parameter dari tipe kriteria yang dipilih.

Tabel 5.12
Evaluation Table

Kriteria	Min/Max	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Tipe Kriteria	Parameter
A1	Max	33	50,5	31,5	28,5	11,5	26	III	p = 50
A2	Min	415	430	385	270	220	305	V	q = 100, p = 1000
A3	Max	24	48	24,5	23,5	26,5	26	IV	q = 10p = 100
A4	Max	5	5,1	4,85	4,95	5,25	4,75	I	-
A5	Min	2,65	2,55	2,4	1,7	1,6	1,65	II	q = 10
A6	Min	2,5	2,55	2,65	3,1	2,7	2,35	VI	$\sigma = 5$

Sumber: Data primer yang diolah

Keterangan :

M1 : Metode Tanggul	A1 : Efektifitas Metode
M2 : Metode Restorasi	A2 : Biaya
M3 : Metode Embung	A3 : Keinginan Masyarakat
M4 : Metode Relokasi	A4 : Tingkat Partisipasi
M5 : Metode Penegakan Hukum	A5 : Dampak Lingkungan
M6 : Metode Pengelolaan DAS	A6 : Dampak Sosial

$$\text{Asumsi } w_i = \frac{1}{6} = 0,167$$

Pada baris kedua ke bawah terdapat isian kolom **max** dan **min**. Arti dari **max** dan **min** adalah tergantung dari kriteria yang kita tetapkan. Sebagai contoh, pada kriteria A1 (efektifitas), artinya adalah untuk memilih metode yang akan dipakai harus diperhatikan efektifitas metode tersebut. Semakin efektif metode tersebut maka semakin tinggi nilainya. Diberikan nilai **max** artinya adalah semakin efektif suatu metode maka metode tersebut akan mendominasi metode yang lainnya. Begitu juga untuk nilai **min**. Jika kita ambil contoh A3 (biaya), artinya semakin murah biaya pembangunan suatu metode maka metode tersebut akan mendominasi metode yang lainnya.

Angka-angka yang terdapat mulai dari baris ketiga kolom kedua sampai baris kedelapan kolom ke depan, diperoleh dengan dari hasil kuesioner di

lapangan. Sebagai contoh A1 (efektifitas), pada M1 diberikan nilai 33. Nilai 33 di peroleh dari nilai A1 - M1, yaitu 3300, dibagi dengan 100. Angka pembagi 100 didapatkan dari pemikiran bahwa parameter A1 pada M1 bernilai puluhan.

Lalu pengertian max di kolom A1-M1 adalah metode yang mempunyai nilai yang paling besar mendominasi metode lain. Sebagai contoh, pada A1-M1 bernilai 33 dan A1-M2 bernilai 50,5; hal ini mempunyai arti bahwa metode M2 dipandang lebih efektif dari pada metode M1 menurut para responden.

Setelah *Evaluation Table* selesai dibuat langkah selanjutnya adalah pembuatan **Table π (i, j)**. Tabel π (i, j) adalah tabel yang menunjukkan tingkat dominasi suatu metode terhadap metode yang lain. Dasar pengisian dari Tabel π (i, j) adalah perhitungan dari *Evaluation Table*. Tabel π (i, j) ditunjukkan di bawah ini.

Tabel 5.13
 π (i, j)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	ϕ^+	ϕ^-	ϕ
M1	0	0,0000167	0,172094	0,183199	0,071944	0,19038	0,617633	0,5044068	0,113226
M2	0,30895	0	0,313993	0,324982	0,213827	0,33233	1,494082	0,2038903	1,290192
M3	0	0	0	0,010688	0,066817	0,18537	0,262875	0,835451	-0,572576
M4	0,00835	0,01169	0,17034	0	0,05678	0,17535	0,42251	0,68804	-0,26553
M5	0,18537	0,18704	0,17869	0,167501	0	0,16700	0,885601	0,458131	0,42747
M6	0,0017368	0,0051436	0,000334	0,00167	0,048764	0	0,057648	1,05043	-0,992782
ϕ^-	0,5044068	0,2038903	0,835451	0,68804	0,458131	1,05043			

Sumber: Data primer yang diolah (2008)

Pengisian kolom dan baris adalah menurut dominasi dari satu metode terhadap metode yang lainnya berdasarkan *Evaluation Table*.

Contoh pada π (M1, M2)

Dengan melihat *Evaluation Table*, maka:

- Pada A1 (max) nilai M1 = 33, nilai M2 = 50,5; artinya A1 tidak mendominasi A2 karena nilai A1 < A2 (kategori max) maka nilainya 0.
- Pada A2 (min) nilai M1 = 415, nilai M2 = 430; berarti M1 mendominasi M2 (kategori min). Selisih M1 dan M2 adalah $430 - 415 = 15$ (d). Untuk A2 dipilih tipe V dengan $q = 100$ dan $p = 1000$. Karena $d < q$ ($15 < 100$), maka nilainya adalah 0.
- Pada A3 (max) nilai M1 = 24, nilai M2 = 48; berarti M1 tidak mendominasi M2 (kategori max) maka nilainya adalah 0.
- Begitu seterusnya untuk A4 sampai dengan A6 dengan melihat tipe dari masing-masing kriteria.
- Setelah perhitungan didapat nilai π (M1, M2) sebagai berikut:

Tabel 5.14
 π (M1, M2)

	π (M1, M2)
A1	0
A2	0
A3	0
A4	0
A5	0
A6	0,0001
SUM	0,0001

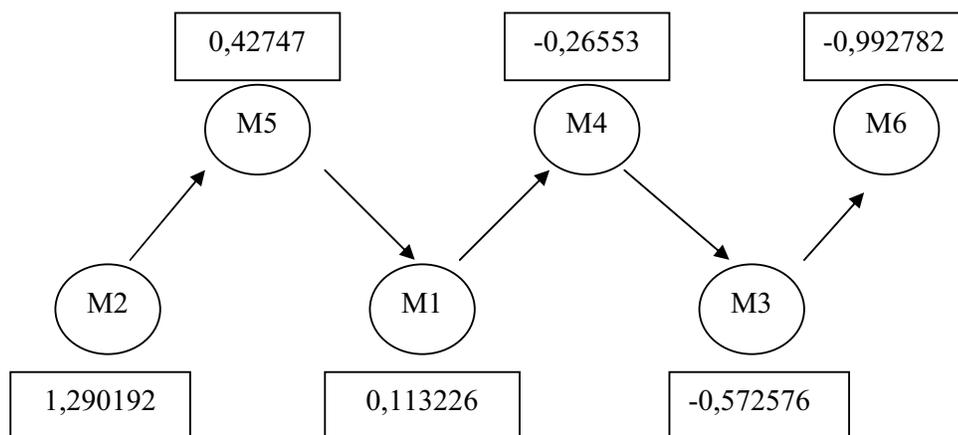
Sumber: Data primer yang diolah (2008)

- Nilai π (A1,A2) adalah hasil penjumlahan dari seluruh nilai kriteria dikalikan dengan w_i sebesar 0,167.

Untuk pengisian π (M1,M3) dan seterusnya caranya sama seperti pengisian π (M1,M2). Lalu nilai-nilai tersebut dijumlahkan secara horizontal dan vertikal. Lalu nilai yang dijumlah secara horizontal dikurangkan dengan nilai yang dijumlah secara vertikal. Dari hasil tersebut lalu dirangking, dan didapat metode yang paling mendominasi.

Dari Tabel π (i, j) dapat ditentukan metode yang paling mendominasi. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Metode M2 (Restorasi Sungai) mendapatkan nilai 1,290192 dan menempati ranking 1.
2. Metode M5 (Penegakan Hukum) mendapatkan nilai 0,42747 dan menempati ranking 2.
3. Metode M1 (Tanggul) mendapatkan nilai 0,113226 dan menempati ranking 3.
4. Metode M4 (Relokasi) mendapatkan nilai -0,26553 dan menempati ranking 4.
5. Metode M3 (Embung) mendapatkan nilai -0,572576 dan menempati ranking 5.
6. Metode M6 (Pengelolaan DAS) mendapatkan nilai -0,992782 dan menempati ranking 6.



Gambar 5.14 Diagram Hasil Analisa PROMETHEE. Sumber: Data Primer yang diolah (2008)

Pada Gambar 5.14 tampak bahwa metode yang paling ideal dalam mengatasi banjir Sungai Beringin menurut PROMETHEE adalah metode restorasi sungai. Dari data historis sejak tahun 2005, warga di sekitar Sungai Beringin telah memintah Pemerintah Kota Semarang untuk segera melaksanakan restorasi sungai (Suara Merdeka, 2 Februari 2005). Namun sampai dengan sekarang restorasi sungai yang diinginkan belum juga terlaksana karena hambatan pembebasan lahan.

Berdasarkan pemberitaan harian Suara Merdeka tanggal 7 Februari 2007, Pemerintah Kota Semarang telah menawarkan ganti rugi lahan warga yang terkena proyek restorasi. Ganti rugi yang ditawarkan adalah sebesar Rp. 5.000 – Rp. 10.000 per meter persegi. Namun tawaran tersebut ditolak warga dengan alasan harga yang ditawarkan oleh Pemkot Semarang terlalu rendah dari permintaan warga, yaitu Rp. 50.000 per meter persegi.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian sebagaimana yang telah diuraikan diatas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. DAS (Daerah Aliran Sungai) Beringin merupakan DAS yang mempunyai luas 32 km² dengan panjang sungai 15,5 km. DAS Beringin mempunyai karakteristik dengan sungai yang lebar pada daerah hulu kemudian menyempit pada daerah hilir. Debit banjir lima tahunan (Q₅) sebesar 166 m³/detik.
2. Pada DAS Beringin terjadi peningkatan kebutuhan lahan oleh penduduk. Peningkatan kebutuhan lahan tersebut menyebabkan perubahan tata guna lahan pada DAS Beringin. Berdasarkan Peta RTRW Kota Semarang tahun 2000-2010, daerah hulu DAS Beringin seharusnya diperuntukkan sebagai hutan, sawah, dan sebagian kecil pemukiman penduduk. Namun pada kenyataannya daerah hulu tersebut telah berubah menjadi kawasan industri dan pemukiman penduduk. Perubahan tersebut mengakibatkan berkurangnya daerah resapan sehingga menyebabkan banjir.
3. Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner terhadap penduduk di sekitar DAS Beringin, Pemerintah Kota Semarang telah melaksanakan beberapa upaya dalam mengatasi banjir Sungai Beringin. Upaya tersebut dengan pembuatan tanggul Sungai Beringin, larangan membuang sampah ke sungai, dan sebagainya. Namun upaya-upaya tersebut belum mampu mengatasi banjir Sungai Beringin.
4. Permasalahan banjir dapat diatasi dengan dua prinsip, yaitu dengan meningkatkan kapasitas tampungan atau dengan menurunkan debit banjir. Prinsip meningkatkan kapasitas saluran dapat dilaksanakan dengan metode tanggul dan restorasi sungai. Sedangkan prinsip menurunkan debit banjir dapat dilakukan dengan metode pembuatan embung dan pengelolaan DAS.

5. Secara struktural, banjir pada DAS Beringin dapat diatasi dengan membuat tanggul setinggi 4,35 m pada bagian hilir DAS Beringin sepanjang 2 km atau pengerukan sungai dengan kedalaman 5 (lima) meter dan pelebaran badan sungai menjadi 8 (delapan) meter atau membuat 9 (sembilan) embung dengan kapasitas tampungan total 371.000 m³.
6. Berdasarkan hasil kuesioner dan analisa PROMETHEE, metode yang paling diinginkan oleh warga sekitar Sungai Beringin dalam upaya mengatasi banjir Sungai Beringin adalah Restorasi Sungai Beringin. Namun keinginan untuk menjalankan restorasi sungai terhambat dengan masalah pembebasan lahan. Antara pihak Pemkot Semarang dengan warga sampai saat ini masih belum sepakat mengenai masalah pembebasan lahan.

6.2 Saran

1. Berdasarkan penelitian, warga sekitar DAS Beringin menginginkan upaya restorasi Sungai Beringin segera dilaksanakan. Oleh karena itu, hendaknya Pemerintah Kota Semarang dapat segera melaksanakan restorasi Sungai Beringin karena hampir setiap tahun terjadi banjir.
2. Pemerintah Kota Semarang hendaknya melakukan pendekatan-pendekatan yang lebih persuasif kepada warga yang tinggal di sekitar Sungai Beringin agar warga dapat lebih bekerja sama dengan Pemkot Semarang dalam upaya pengelolaan banjir Sungai Beringin.
3. Pemerintah Kota Semarang harus bertindak tegas dalam melaksanakan aturan-aturan hukum, terutama dalam hal tata ruang. Dengan adanya perpaduan upaya struktur dan non struktur dari Pemerintah Kota Semarang maka diharapkan banjir dapat diatasi dan warga menjadi lebih peduli dengan lingkungannya.
4. Penanggulangan banjir secara struktural, baik berupa restorasi, tanggul, dan pembuatan embung hanya bersifat solusi jangka pendek. Upaya-upaya struktural tersebut harus dibarengi dengan upaya-upaya non struktural yang bersifat jangka panjang, seperti pengelolaan DAS, penyuluhan masyarakat

tentang banjir, upaya penyelamatan diri terhadap banjir, dan sebagainya. Pemerintah Kota Semarang harus memperhatikan upaya-upaya jangka panjang dalam mengatasi banjir sehingga banjir dapat dikelola dengan baik dan kelestarian lingkungan dapat terpelihara dan terjamin sehingga lebih dapat menjamin kelangsungan hidup manusia.

5. Para *stakeholder* harus ikut berkontribusi dalam upaya pelestarian lingkungan DAS Beringin. Cara tersebut dapat dilakukan dengan membuat sumur-sumur resapan secara komunal, pemberian bibit tanaman kepada warga, dan cara-cara lain yang bertujuan menjaga kelestarian lingkungan DAS Beringin.
6. Masyarakat sekitar Sungai Beringin harus melakukan upaya-upaya yang bersifat menjaga kebersihan lingkungan. Upaya-upaya tersebut dapat berupa tidak membuang sampah di sungai, tidak melakukan MCK di sungai, dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2001, **Urban Drainage and Flood Control Distric**, FEMA (Federal Emergency Management Agency).

Anonim, 16 Oktober 2003, **Pemkot Diminta Segera Tangani Sungai Beringin**, www.kompas.com

Anonim, 2004, **Kebijakan Penanggulangan Banjir di Indonesia**, Deputi Bidang Sarana dan Prasarana, Direktorat Pengairan dan Irigasi.

Anonim, 2004, **Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air**.

Anonim, 2 Februari 2005, **Lagi, Pelebaran Kali Bringin Ditawarkan Untuk Atasi Banjir**, Suara Merdeka, www.suaramerdeka.com

Anonim, 2007, **Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang**.

Anonim, 2007, **Percepatan Hujan Dapat Cegah Banjir**, BPPT, www.bppt.go.id

Brans, J.P, Mareschal, B., Vincke, P., 1986, “**How to Select and Rank Projects: The PROMETHEE Method**”, European Journal of Operations Research, Vol. 24, 228-238.

Brans, J.P. and Mareschal, B., 1992, **PROMETHEE V: MCDM Problems With Additional Segmentation Constraints**, INFOR, 30, no. 2, pp.85-96.

Brans, J.P. and Mareschal, B., 1999, **How To Decide With PROMETHEE**, ULB and VUB Brussels Free Universities.

FAO (Food and Agriculture Organization) and CIFOR (Center for International Forestry Research), 2005, **Hutan Dan Banjir Tenggelam Dalam Suatu Fiksi Atau Berkembang Dalam Fakta?**. Food and Agriculture Organization and Center for International Forestry Research.

Grigg, Neil S., 1996, **Water Resources Management, Principles, Regulation, and Cases**, Mc Graw-Hill, New York, 1996.

Hakim, Lukman dan Mukaffa, Mumtaz. 2006. **Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Laju Erosi Dengan Pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG)**. Universitas Diponegoro, Semarang.

Harboe, Ricardo. 1992. **Multicriteria Methods for Decision Making in Water Resources Systems, in Water Resources Management : Modern Decision Techniques**, A. A. Balkema, Rotherdam.

Ismiyati, 2003, **Statistik dan Aplikasi**. Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.

Jayadi, Rachmad, 2000, **Teknik Sumber Daya Air: Teknik Optimasi Untuk Pengelolaan Sumberdaya Air**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.

Klein, M. and L. B. Methlie, 1995, **Knowledge-based Decision Support Systems with Applications in Business**, John Wiley & Sons Chichester, UK.

Kodoatie, Robert J. Dan Sugiyanto, 2002, **BANJIR – Beberapa penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif Lingkungan**, Cetakan 1 Tahun 2002, Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta

Komite Nasional Pengelolaan Ekosistem Lahan Basah, 2004, **Strategi Nasional dan Rencana Aksi Pengelolaan Lahan Basah Indonesia**, Kementerian Lingkungan Hidup Negara Republik Indonesia.

- Latifah, Siti, 2005, **Prinsip-prinsip Dasar Analytical Hierarchy Process**, e-USU Repository, Universitas Sumatera Utara.
- McCuen, R. et al., 1996, **Hydrology**, FHWA-SA-96-067, Federal Highway Administration, Washington, DC
- Mc. Keena, Christopher K., 1980, **Quantitative Methods for Public Decision Making**, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Pariपुरno, Eko Teguh, 2003, **Modul Manajemen Bencana Seputar Beberapa Bencana Di Indonesia**.
- Power, D.J., 1999, **A Brief History of Decision Support Systems**, DSSResources.COM, <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>.
- Robbins, S. P., 1993, **Organizational Behaviour, Concept, Controversies, and Application**, Prentice-Hall International Inc., Erylewood Cliffs, New Jersey.
- Saaty, Thomas L., 1988, **The Analytic Hierarchy Process; Planning, Priority, Setting, Resource Allocation**, University of Pittsburgh.
- Soemitro, Ronny Hanijito, 1990, **Metodologi Penelitian Hukum dan Jurimetri**, UI-Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Sunjoto, 2007, **Banjir Daerah Khusus Ibukota Jakarta Dan Alternatif Solusi**, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Sistem Pengendalian Banjir Berbasis Penataan Ruang. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suryadi, K dan Ramdhani, M. A., 1998, **Sistem Pendukung Keputusan, Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan**, PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Zonneveld, Luuk, 2001, **A Toolkit for Participation in Local Governance: Learning to Make Participation Work**. Oxfam/Novib.

KUESIONER

Nama :
Alamat :
Jenis Kelamin : Laki-laki / Perempuan
Umur : tahun
Pendidikan Terakhir :
Pekerjaan :

Pertanyaan Pembuka / Umum

1. Sudah berapa lama anda tinggal di daerah ini?
 - a. Kurang dari 5 tahun
 - b. 5 – 10 tahun
 - c. Lebih dari 10 tahun
2. Menurut anda bagaimana kondisi Kali Beringin saat ini?
 - a. Bersih
 - b. Agak kotor
 - c. Kotor
3. Menurut anda bagaimana penanganan banjir Kali Beringin oleh pemerintah kota?
 - a. Baik
 - b. Cukup
 - c. Kurang
4. Seberapa sering banjir terjadi dalam satu tahun yang disebabkan oleh Kali Beringin?
 - a. Sering (tiap tahun terjadi lebih dari 2 kali)
 - b. Kadang-kadang (tiap tahun tidak pasti terjadi banjir)
 - c. Tidak pernah

5. Apakah anda / daerah rumah anda terkena dampak dari banjir Kali Beringin?
 - a. Ya
 - b. Sebagian
 - c. Tidak
6. Apakah anda / keluarga anda memanfaatkan air dari Kali Beringin?
 - a. Ya
 - b. Kadang-kadang, bila kami kekurangan air
 - c. Tidak
7. Menurut anda siapa yang bertanggung jawab atas terjadinya banjir Kali Beringin?
 - a. Pemerintah
 - b. Pengembang
 - c. Masyarakat
8. Menurut anda apa penyebab terjadinya banjir di Kali Beringin?
 - a. Sampah
 - b. Intensitas hujan yang tinggi (hujan deras terus-menerus)
 - c. Penyempitan penampang sungai bagian hilir
9. Apakah anda telah mengetahui mengenai Perda tentang Sampah?
 - a. Ya
 - b. Tidak sepenuhnya
 - c. Tidak
10. Apakah anda setuju apabila warga secara rutin dimintai iuran untuk program pembersihan Kali Beringin?
 - a. Setuju
 - b. Setuju apabila iuran tersebut sesuai kemampuan
 - c. Tidak setuju
11. Menurut anda apakah diperlukan suatu lembaga masyarakat setingkat Kelurahan untuk menangani masalah banjir Kali Beringin?
 - a. Ya
 - b. Tidak

c. Tidak Tahu

12. Apakah anda telah memahami tentang tata ruang?

a. Ya

b. Tidak sepenuhnya

c. Tidak Tahu

Pertanyaan Mengenai Metode Tanggul

1. Apakah selama ini Kali Beringin pernah dibangun tanggul sebelumnya?

a. Ya

b. Belum Pernah

c. Tidak Tahu

2. Menurut anda apabila Kali Beringin dibangun tanggul, apakah hal tersebut cukup efektif untuk mengatasi banjir?

a. Ya

b. Tidak terlalu efektif

c. Tidak

3. Apabila pemerintah akan membuat tanggul di sepanjang Kali Beringin, apakah anda bersedia membantu kegiatan Pemerintah tersebut?

a. Ya

b. Ya, bila di minta

c. Tidak

4. Sumbangan dalam bentuk apakah yang akan anda berikan apabila Pemerintah akan membuat tanggul di Kali Beringin?

a. Tenaga

b. Dana

c. Lainnya,

5. Menurut anda apakah lingkungan disekitar anda akan terganggu apabila Pemerintah membuat tanggul di Kali Beringin?

a. Ya

b. Sebagian saja, hanya akses transportasi, kebisingan, polusi

- c. Tidak
6. Bagaimana sikap anda apabila Pemerintah akan membuat tanggul di Kali Beringin?
- a. Ikut berpartisipasi
 - b. Berpartisipasi bila di minta
 - c. Diam saja
7. Apabila sebagian atau seluruh bangunan/rumah anda terkena program pembebasan lahan dari Pemerintah untuk program pembuatan tanggul Kali Beringin, bagaimana sikap anda?
- a. Mendukung
 - b. Mendukung, apabila ganti rugi sesuai
 - c. Tidak mendukung

Pertanyaan Mengenai Metode Normalisasi Sungai

1. Apakah anda pernah mendengar dan memahami mengenai normalisasi sungai sebelumnya?
- a. Ya
 - b. Tidak Sepenuhnya
 - c. Tidak Tahu
2. Apakah selama ini Kali Beringin pernah dinormalisasi sebelumnya?
- a. Ya
 - b. Kadang-kadang
 - c. Tidak pernah
3. Dalam lima tahun, seberapa sering Kali Beringin dinormalisasi?
- a. Kurang dari 3 kali
 - b. Lebih dari 3 kali
 - c. Tidak pernah

4. Menurut anda apabila Kali Beringin di lakukan normalisasi, apakah hal tersebut cukup efektif untuk mengatasi banjir?
 - a. Ya
 - b. Tidak begitu efektif
 - c. Tidak efektif
5. Apabila pemerintah akan melakukan normalisasi di sepanjang Kali Beringin, apakah anda bersedia membantu kegiatan Pemerintah tersebut?
 - a. Ya
 - b. Ya, bila di minta
 - c. Tidak
6. Sumbangan dalam bentuk apakah yang akan anda berikan apabila Pemerintah akan menormalisasi Kali Beringin?
 - a. Tenaga
 - b. Dana
 - c. Lainnya,
7. Menurut anda apakah lingkungan disekitar anda akan terganggu apabila Pemerintah menormalisasi Kali Beringin?
 - a. Ya
 - b. Sebagian saja, hanya akses transportasi, kebisingan, polusi
 - c. Tidak
8. Bagaimana sikap anda apabila Pemerintah akan menormalisasi Kali Beringin?
 - a. Ikut berpartisipasi
 - b. Berpartisipasi bila di minta
 - c. Diam saja
9. Apabila sebagian atau seluruh bangunan/rumah anda terkena program pembebasan lahan dari Pemerintah untuk program normalisasi Kali Beringin, bagaimana sikap anda?
 - a. Mendukung
 - b. Mendukung, apabila ganti rugi sesuai
 - c. Tidak mendukung

Pertanyaan Mengenai Metode Embung

1. Apakah anda pernah mendengar dan memahami mengenai metode embung untuk penanganan banjir sebelumnya?
 - a. Ya
 - b. Tidak sepenuhnya
 - c. Tidak tahu
2. Menurut anda apabila daerah anda dibangun embung, apakah hal tersebut cukup efektif untuk mengatasi banjir?
 - a. Ya
 - b. Tidak begitu efektif
 - c. Tidak efektif
3. Apabila pemerintah akan membangun embung untuk mengatasi banjir Kali Beringin, apakah anda bersedia membantu kegiatan Pemerintah tersebut?
 - a. Ya
 - b. Ya, bila di minta
 - c. Tidak
4. Sumbangan dalam bentuk apakah yang akan anda berikan apabila Pemerintah akan membangun embung untuk mengatasi banjir Kali Beringin?
 - a. Tenaga
 - b. Dana
 - c. Lainnya,
5. Menurut anda apakah lingkungan disekitar anda akan terganggu apabila Pemerintah membangun embung?
 - a. Ya
 - b. Sebagian saja, hanya akses transportasi, kebisingan, polusi
 - c. Tidak

6. Bagaimana sikap anda apabila Pemerintah akan membangun embung untuk mengatasi banjir Kali Beringin?
 - a. Ikut berpartisipasi
 - b. Berpartisipasi bila di minta
 - c. Diam saja
7. Apabila sebagian atau seluruh bangunan/rumah anda terkena program pembebasan lahan dari Pemerintah untuk pembuatan embung untuk mengatasi banjir Kali Beringin, bagaimana sikap anda?
 - a. Mendukung
 - b. Mendukung, apabila ganti rugi sesuai
 - c. Tidak mendukung

Pertanyaan Mengenai Metode Relokasi

1. Menurut anda apabila di lakukan relokasi, apakah hal tersebut cukup efektif untuk mengatasi banjir?
 - a. Ya
 - b. Tidak begitu efektif
 - c. Tidak efektif
2. Apabila pemerintah akan melakukan relokasi terhadap warga yang berada di sepanjang Kali Beringin, apakah anda bersedia membantu kegiatan Pemerintah tersebut?
 - a. Ya
 - b. Ya, bila di minta
 - c. Tidak
3. Sumbangan dalam bentuk apakah yang akan anda berikan apabila Pemerintah akan melakukan relokasi terhadap warga di sepanjang Kali Beringin?
 - a. Tenaga
 - b. Dana
 - c. Lainnya,

4. Menurut anda apakah lingkungan disekitar anda akan terganggu apabila Pemerintah melaksanakan relokasi terhadap warga di sepanjang di Kali Beringin?
 - a. Ya
 - b. Sebagian saja, hanya akses transportasi, kebisingan, polusi
 - c. Tidak
5. Bagaimana sikap anda apabila Pemerintah akan merelokasi warga di sepanjang Kali Beringin?
 - a. Ikut berpartisipasi
 - b. Berpartisipasi bila di minta
 - c. Diam saja
6. Apakah anda mengetahui bahwa dengan tinggal di daerah bantaran sungai, setiap saat rumah anda dapat terkena banjir?
 - a. Ya
 - b. Tidak sepenuhnya
 - c. Tidak tahu
7. Apabila Pemerintah melakukan relokasi dan anda termasuk warga yang terkena relokasi, bagaimana sikap anda?
 - a. Mendukung
 - b. Mendukung, apabila ganti rugi sesuai
 - c. Tidak mendukung
8. Apakah anda mengetahui bahwa daerah bantaran sungai adalah lahan milik Pemerintah?
 - a. Ya
 - b. Ya, tapi kami tidak punya tempat tinggal jadi kami tinggal di sini
 - c. Tidak tahu

Pertanyaan Mengenai Metode Penegakan Hukum

1. Apakah anda termasuk warga yang taat pada hukum?
 - a. Ya
 - b. Tidak terlalu taat
 - c. Tidak
2. Menurut anda, apabila hukum mengenai sungai, tata ruang, dan sampah ditegakkan, apakah hal tersebut dapat mengatasi banjir?
 - a. Ya
 - b. Tidak begitu efektif
 - c. Tidak efektif
3. Menurut anda, bagaimana penegakan hukum untuk masalah sampah, tata ruang dan sungai sekarang ini?
 - a. Sudah bagus
 - b. Kurang
 - c. Buruk
4. Apakah anda bersedia membantu kegiatan Pemerintah dalam menegakkan hukum mengenai masalah sampah, tata ruang, dan banjir?
 - a. Ya
 - b. Ya, bila di minta
 - c. Tidak
5. Sumbangan dalam bentuk apakah yang akan anda berikan untuk membantu kegiatan Pemerintah tersebut?
 - a. Tenaga
 - b. Dana
 - c. Lainnya,
6. Menurut anda apakah lingkungan disekitar anda akan terganggu apabila Pemerintah melaksanakan metode penegakan hukum untuk masalah sampah, tata ruang dan banjir?
 - a. Ya
 - b. Sebagian saja
 - c. Tidak

7. Apakah anda sebelumnya telah mengetahui bahwa tinggal di bantaran sungai adalah tindakan yang melawan hukum?
 - a. Ya
 - b. Ya, tapi kami tidak punya tempat tinggal jadi kami tinggal di sini
 - c. Tidak tahu
8. Apakah anda mengetahui bahwa lahan di daerah bantaran sungai adalah milik pemerintah?
 - a. Ya
 - b. Ya, tapi kami tidak punya tempat tinggal jadi kami tinggal di sini
 - c. Tidak tahu
9. Apakah anda sering membuang sampah ke Kali Beringin?
 - a. Sering
 - b. Kadang-kadang
 - c. Tidak pernah
10. Apakah anda setuju apabila para pembuang sampah ke Kali diberikan hukuman yang tegas?
 - a. Ya
 - b. Tidak, sebaiknya di beri peringatan terlebih dahulu
 - c. Tidak setuju

Pertanyaan untuk Metode Pengelolaan DAS

1. Apakah anda pernah mendengar atau telah memahami mengenai pengelolaan DAS sebelumnya?
 - a. Ya
 - b. Tidak sepenuhnya
 - c. Tidak tahu
2. Menurut anda apabila di lakukan pengelolaan DAS, apakah hal tersebut cukup efektif untuk mengatasi banjir?
 - a. Ya
 - b. Tidak begitu efektif
 - c. Tidak efektif

3. Apabila pemerintah akan melakukan pengelolaan DAS untuk mengatasi banjir Kali Beringin, apakah anda bersedia membantu kegiatan Pemerintah tersebut?
 - a. Ya
 - b. Ya, bila di minta
 - c. Tidak
4. Sumbangan dalam bentuk apakah yang akan anda berikan apabila Pemerintah akan melakukan pengelolaan DAS untuk mengatasi banjir Kali Beringin?
 - a. Tenaga
 - b. Dana
 - c. Lainnya,
5. Menurut anda apakah lingkungan disekitar anda akan terganggu apabila Pemerintah melaksanakan pengelolaan DAS?
 - a. Ya
 - b. Sebagian saja
 - c. Tidak
6. Bagaimana sikap anda apabila Pemerintah akan melaksanakan pengelolaan DAS untuk mengatasi banjir Kali Beringin?
 - a. Ikut berpartisipasi
 - b. Berpartisipasi bila di minta
 - c. Diam saja

HASIL KUESIONER ATAS PERTANYAAN MENGENAI EFEKTIFITAS METODE MENGATASI BANJIR

	Tanggul	Restorasi	Embung	Relokasi	Penegakan hukum	Pengelolaan DAS
1	50	50	0	100	0	50
2	50	100	0	100	0	0
3	50	100	0	100	0	0
4	50	100	50	100	0	0
5	50	100	50	100	0	0
6	50	100	0	100	0	0
7	50	50	0	100	0	50
8	50	50	100	100	0	50
9	50	0	100	100	0	50
10	50	100	100	100	50	50
11	50	100	100	100	50	100
12	50	100	100	50	50	50
13	100	100	100	50	0	0
14	0	50	0	50	50	0
15	100	50	0	50	0	50
16	50	50	0	50	0	100
17	50	50	50	0	0	100
18	100	50	50	0	0	100
19	100	50	50	0	0	100
20	100	50	50	50	0	50
21	100	50	50	0	0	50
22	100	100	50	0	100	0
23	100	100	50	0	0	0
24	100	100	100	50	50	50
25	100	100	50	50	50	100
26	50	100	50	50	50	100
27	50	100	50	0	50	100
28	50	100	100	50	0	100
29	50	100	50	0	100	100
30	50	100	50	100	0	50
31	50	100	50	50	0	50
32	50	100	50	100	0	50
33	50	100	100	100	0	50
34	50	100	100	100	0	50
35	50	100	100	100	0	50
36	50	100	50	100	0	0
37	50	100	100	100	0	0
38	50	100	100	100	0	0
39	50	100	50	100	0	0
40	50	100	100	0	0	0
41	50	100	100	0	0	0
42	50	100	0	0	0	50
43	50	100	50	0	0	50
44	50	100	50	0	50	50
45	50	100	50	0	0	50

46	50	100	50	0	50	50
47	50	100	50	0	0	50
48	50	100	50	0	0	50
49	50	100	50	0	50	50
50	50	100	50	0	50	50
51	50	100	50	0	50	50
52	0	100	50	50	50	50
53	100	100	50	50	50	50
54	50	100	50	50	50	50
55	50	100	50	50	50	50
56	50	100	50	50	50	50
57	50	100	50	50	50	50
	3300	5050	3150	2850	1150	2600

HASIL KUESIONER ATAS PERTANYAAN MENGENAI BIAYA DALAM MENGATASI BANJIR

	Tanggul	Restorasi	Embung	Relokasi	Penegakan hukum	Pengelolaan DAS
1	50	100	100	100	0	50
2	50	100	100	100	0	0
3	50	100	100	100	0	50
4	50	100	50	50	0	50
5	100	50	50	100	50	50
6	100	100	50	100	0	0
7	100	100	50	100	0	50
8	100	100	50	100	0	50
9	100	50	50	100	100	50
10	100	100	0	0	0	0
11	100	50	50	100	100	100
12	100	50	50	50	50	50
13	100	50	50	100	0	50
14	100	100	100	50	100	50
15	100	100	100	50	0	100
16	50	50	100	50	0	0
17	50	50	100	50	50	50
18	50	50	100	100	0	0
19	50	50	100	50	50	0
20	50	50	100	50	0	0
21	50	0	100	50	100	50
22	50	0	100	50	100	0
23	50	0	100	50	0	50
24	50	100	50	0	0	0
25	50	50	50	0	100	50
26	50	50	50	0	50	0
27	100	50	50	0	50	100
28	100	50	50	0	50	100
29	50	50	50	0	50	50
30	50	100	50	0	0	100
31	50	100	50	0	50	0
32	100	100	50	0	50	100
33	100	100	50	0	0	50
34	100	100	100	0	50	100
35	100	100	50	0	0	100
36	100	100	50	50	50	50
37	100	100	100	0	100	0
38	100	100	100	0	100	100
39	50	100	100	50	100	100
40	50	100	50	100	50	100
41	50	100	50	100	0	0
42	50	100	0	100	50	100
43	50	100	0	100	50	100
44	100	50	50	50	0	100
45	100	50	50	50	0	0

46	100	50	50	0	50	100
47	100	50	50	0	50	100
48	100	50	50	0	0	0
49	100	50	50	100	0	100
50	50	50	50	0	100	0
51	50	100	50	50	100	100
52	50	100	100	50	100	0
53	50	100	100	50	50	100
54	50	100	100	50	0	0
55	50	100	100	50	0	100
56	50	100	100	50	50	100
57	50	100	100	50	50	100
	4150	4300	3850	2700	2200	3050

**HASIL KUESIONER ATAS PERTANYAAN MENGENAI KEINGINAN PENDUDUK
DALAM MENGATASI BANJIR**

	Tanggul	Restorasi	Embung	Relokasi	Penegakan hukum	Pengelolaan DAS
1	50	100	0	0	50	50
2	100	100	50	50	50	50
3	100	100	0	50	50	0
4	100	0	50	50	50	50
5	50	100	0	0	50	50
6	50	100	50	100	50	50
7	0	50	100	100	100	100
8	100	100	0	0	50	0
9	50	100	50	100	50	50
10	50	100	0	50	0	50
11	0	50	50	0	50	100
12	0	100	0	100	100	50
13	100	100	50	100	50	50
14	0	100	50	0	0	0
15	0	50	0	100	50	50
16	50	100	0	100	50	50
17	50	100	100	50	0	50
18	50	50	0	100	50	0
19	50	100	50	50	0	50
20	50	50	50	0	50	50
21	0	100	50	0	50	50
22	50	0	0	0	50	100
23	50	100	50	0	0	50
24	0	100	0	50	50	0
25	50	50	50	50	50	100
26	50	100	50	100	0	50
27	0	100	0	0	50	100
28	50	100	0	0	50	50
29	50	50	100	0	100	50
30	100	100	100	0	50	0
31	50	100	100	50	50	50
32	0	100	0	50	50	50
33	50	100	50	100	50	0
34	50	100	100	50	0	50
35	0	100	100	100	50	50
36	0	100	50	50	50	0
37	50	0	100	50	0	0
38	50	100	100	0	50	50
39	100	100	50	0	50	50
40	50	100	50	0	50	50
41	0	50	100	50	0	50
42	50	100	0	100	0	50
43	50	100	50	0	50	50
44	50	100	50	50	0	100

45	50	0	100	0	100	50
46	50	100	100	100	50	50
47	50	100	50	50	50	0
48	0	100	50	50	100	50
49	50	50	0	100	50	50
50	50	100	0	0	50	50
51	50	100	0	0	50	100
52	0	100	50	50	100	50
53	0	100	0	0	50	0
54	50	50	100	0	100	50
55	0	100	50	0	50	50
56	50	100	0	0	50	50
57	50	100	0	50	50	0
	2400	4800	2450	2350	2650	2600

**HASIL KUESIONER ATAS PERTANYAAN MENGENAI TINGKAT PARTISIPASI MASYARAKAT
DALAM MENGATASI BANJIR**

	Tanggul	Restorasi	Embung	Relokasi	Penegakan hukum	Pengelolaan DAS
1	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	0	100	100
4	50	100	50	100	100	100
5	100	50	100	100	50	0
6	100	100	100	100	100	100
7	100	100	50	100	100	100
8	100	100	100	50	100	100
9	100	100	100	100	100	100
10	100	100	50	100	100	50
11	50	100	100	100	0	100
12	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100
14	100	50	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100
16	100	100	50	100	100	100
17	50	100	100	100	100	100
18	100	100	100	50	100	50
19	100	100	100	100	100	100
20	50	100	100	100	100	100
21	100	100	50	100	100	100
22	50	100	100	100	0	100
23	100	0	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100
25	100	100	0	50	100	50
26	0	50	100	50	100	100
27	100	100	100	50	100	100
28	100	100	100	100	100	100
29	100	100	100	50	50	100
30	100	100	100	50	100	50
31	0	100	100	50	100	100
32	100	100	100	100	100	100
33	100	50	100	100	100	50
34	100	50	50	100	100	100
35	50	100	50	50	100	100
36	100	50	0	100	100	0
37	100	100	50	50	100	100
38	100	100	100	100	100	100
39	50	100	100	100	50	0
40	100	100	100	50	100	100
41	100	100	100	100	100	100
42	100	50	50	100	100	0
43	100	100	100	100	100	100
44	50	100	100	100	100	50

45	100	100	100	100	100	100
46	100	100	100	100	100	100
47	100	100	50	100	100	50
48	100	50	100	50	100	100
49	100	100	100	100	100	100
50	50	100	50	100	100	0
51	100	100	100	100	50	100
52	100	100	100	100	100	100
53	100	100	50	100	100	100
54	100	50	100	50	100	50
55	50	100	100	100	50	100
56	100	50	50	100	100	50
57	100	100	100	100	100	100
	5000	5100	4850	4950	5250	4750

**HASIL KUESIONER ATAS PERTANYAAN MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN
DALAM MENGATASI BANJIR**

	Tanggul	Restorasi	Embung	Relokasi	Penegakan hukum	Pengelolaan DAS
1	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	0	50	50
3	100	100	50	0	0	0
4	100	50	50	50	0	50
5	50	50	0	50	50	50
6	50	50	50	0	0	0
7	100	50	100	0	50	50
8	0	50	50	50	50	0
9	0	50	50	100	100	50
10	50	50	0	50	50	0
11	50	50	50	50	0	50
12	50	50	50	0	50	50
13	0	50	50	50	0	100
14	50	50	50	0	50	50
15	50	50	0	50	0	0
16	100	50	50	0	0	50
17	100	50	50	50	50	50
18	50	50	50	0	0	0
19	50	50	50	0	50	0
20	50	50	0	50	0	50
21	100	50	50	50	0	0
22	50	50	0	50	50	50
23	50	50	50	50	0	0
24	100	0	50	50	0	50
25	50	50	50	0	50	50
26	0	50	0	50	0	50
27	50	50	50	0	50	50
28	50	50	0	0	0	0
29	50	50	50	50	50	0
30	0	50	50	50	50	0
31	0	0	50	0	50	50
32	50	50	50	50	0	50
33	50	0	50	50	0	0
34	50	50	0	0	50	0
35	0	50	50	50	0	50
36	50	50	50	50	0	0
37	50	50	50	50	50	0
38	50	0	50	0	0	50
39	50	50	50	50	50	0
40	50	50	50	50	50	0
41	50	0	50	0	50	50
42	0	50	50	50	0	50
43	50	50	0	0	50	50
44	50	50	50	0	50	50

45	50	50	50	50	50	50
46	50	50	50	0	50	0
47	50	50	50	50	0	0
48	50	0	50	50	50	50
49	0	50	50	0	0	0
50	50	50	0	0	0	50
51	50	50	50	0	50	0
52	0	50	50	50	0	0
53	50	50	50	0	50	0
54	50	0	50	0	50	50
55	50	50	50	50	0	50
56	50	50	50	50	50	50
57	0	50	50	50	0	0
	2650	2550	2400	1700	1600	1650

**HASIL KUESIONER ATAS PERTANYAAN MENGENAI DAMPAK SOSIAL
DALAM MENGATASI BANJIR**

	Tanggul	Restorasi	Embung	Relokasi	Penegakan hukum	Pengelolaan DAS
1	50	50	50	100	50	50
2	50	100	0	100	100	0
3	0	0	50	50	50	50
4	50	50	0	100	0	50
5	50	50	50	50	100	100
6	100	0	50	50	50	50
7	100	50	0	0	50	100
8	100	0	0	50	0	0
9	0	50	50	50	50	50
10	50	50	50	50	0	50
11	50	0	100	100	50	0
12	0	0	50	100	50	50
13	50	50	50	50	50	0
14	50	50	50	50	100	50
15	50	50	100	0	50	0
16	50	0	50	50	100	50
17	50	50	50	0	50	100
18	50	50	50	50	50	50
19	0	50	0	0	0	50
20	50	100	50	50	50	0
21	50	50	50	100	50	50
22	50	100	50	50	50	50
23	50	50	0	100	50	50
24	0	0	50	50	0	100
25	50	50	50	50	50	50
26	50	50	50	50	50	50
27	50	50	0	0	0	50
28	50	0	50	50	50	0
29	50	50	50	50	50	50
30	50	50	50	50	100	50
31	50	50	50	50	0	50
32	50	0	50	50	100	50
33	50	50	50	50	50	0
34	50	50	50	50	50	50
35	50	0	50	50	50	50
36	50	50	50	50	0	50
37	50	50	50	0	50	0
38	50	50	50	50	50	50
39	0	0	50	50	50	0
40	50	50	50	50	50	50
41	50	50	100	50	50	0
42	0	50	100	100	50	0
43	0	50	50	0	0	50
44	50	50	50	100	50	100

45	0	50	50	50	50	50
46	50	0	0	50	50	0
47	50	50	50	100	50	50
48	50	50	50	50	0	50
49	50	100	50	50	50	50
50	50	50	50	50	50	0
51	50	50	50	100	50	50
52	50	50	100	0	50	50
53	0	100	50	50	100	0
54	50	50	0	100	50	50
55	50	50	50	50	50	50
56	50	50	50	50	50	50
57	50	100	50	100	50	50
	2500	2550	2650	3100	2700	2350

HASIL ANALISA PROMETHEE

	$\pi(M1, M2)$		$\pi(M1, M3)$		$\pi(M1, M4)$		$\pi(M1, M5)$		$\pi(M1, M6)$
F1	0	F1	0.03	F1	0.09	F1	0.43	F1	0.14
F2	0								
F3	0								
F4	0	F4	1	F4	1	F4	0	F4	1
F5	0								
F6	0.0001	F6	0.0005	F6	0.007	F6	0.0008	F6	0
sum	0.0000167	sum	0.172094	sum	0.183199	sum	0.071944	sum	0.19038

	$\pi(M2, M1)$		$\pi(M2, M3)$		$\pi(M2, M4)$		$\pi(M2, M5)$		$\pi(M2, M6)$
F1	0.35	F1	0.38	F1	0.44	F1	0.78	F1	0.49
F2	0								
F3	0.5								
F4	1	F4	1	F4	1	F4	0	F4	1
F5	0								
F6	0	F6	0.0002	F6	0.006	F6	0.0004	F6	0
sum	0.30895	sum	0.313993	sum	0.324982	sum	0.213827	sum	0.33233

	$\pi(M3, M1)$		$\pi(M3, M2)$		$\pi(M3, M4)$		$\pi(M3, M5)$		$\pi(M3, M6)$
F1	0	F1	0	F1	0.06	F1	0.4	F1	0.11
F2	0								
F3	0								
F4	0	F4	0	F4	0	F4	0	F4	1
F5	0								
F6	0	F6	0	F6	0.004	F6	0.0001	F6	0
sum	0	sum	0	sum	0.010688	sum	0.066817	sum	0.18537

	$\pi(M4, M1)$		$\pi(M4, M2)$		$\pi(M4, M3)$		$\pi(M4, M5)$		$\pi(M4, M6)$
F1	0	F1	0	F1	0	F1	0.34	F1	0.05
F2	0.05	F2	0.07	F2	0.02	F2	0	F2	0
F3	0								
F4	0	F4	0	F4	1	F4	0	F4	1
F5	0								
F6	0								
sum	0.00835	sum	0.01169	sum	0.17034	sum	0.05678	sum	0.17535

	$\pi(M5, M1)$		$\pi(M5, M2)$		$\pi(M5, M3)$		$\pi(M5, M4)$		$\pi(M5, M6)$
F1	0								
F2	0.11	F2	0.12	F2	0.07	F2	0	F2	0
F3	0								
F4	1								
F5	0								
F6	0	F6	0	F6	0	F6	0.003	F6	0
sum	0.18537	sum	0.18704	sum	0.17869	sum	0.167501	sum	0.167

	$\pi(M6, M1)$		$\pi(M6, M2)$		$\pi(M6, M3)$		$\pi(M6, M4)$		$\pi(M6, M5)$
F1	0	F1	0	F1	0	F1	0	F1	0.29
F2	0.01	F2	0.03	F2	0	F2	0	F2	0
F3	0								
F4	0								
F5	0								
F6	0.0004	F6	0.0008	F6	0.002	F6	0.01	F6	0.002
sum	0.0017368	sum	0.005144	sum	0.000334	sum	0.00167	sum	0.048764

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	ϕ^+	ϕ^-	ϕ
M1	0	0.0000167	0.172094	0.183199	0.071944	0.19038	0.617633	0.504407	0.113226
M2	0.30895	0	0.313993	0.324982	0.213827	0.33233	1.494082	0.20389	1.290192
M3	0	0	0	0.010688	0.066817	0.18537	0.262875	0.835451	-0.57258
M4	0.00835	0.01169	0.17034	0	0.05678	0.17535	0.42251	0.68804	-0.26553
M5	0.18537	0.18704	0.17869	0.167501	0	0.167	0.885601	0.458131	0.42747
M6	0.0017368	0.0051436	0.000334	0.00167	0.048764	0	0.057648	1.05043	-0.99278
ϕ^-	0.5044068	0.2038903	0.835451	0.68804	0.458131	1.05043			

