

Skripsi Geofisika

**DISTRIBUSI PENGALIRAN PRESIPITASI BERDASARKAN
TOPOGRAFI**

OLEH :

RAHMI RIZQI AMALIA

H221 13 002



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2017

**DISTRIBUSI PENGALIRAN PRESIPITASI BERDASARKAN
TOPOGRAFI**

S K R I P S I

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

pada Program Studi Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

OLEH :

RAHMI RIZQI AMALIA

H221 13 002

PROGRAM STUDI GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2017

HALAMAN PENGESAHAN

**DISTRIBUSI PENGALIRAN PRESIPITASI BERDASARKAN
TOPOGRAFI**

OLEH :
RAHMI RIZQI AMALIA

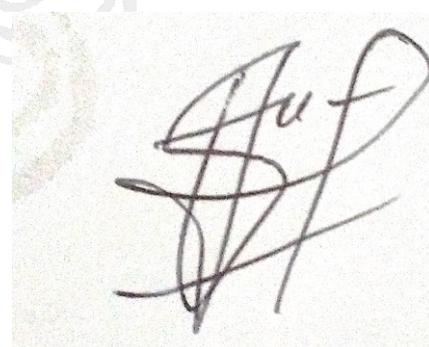
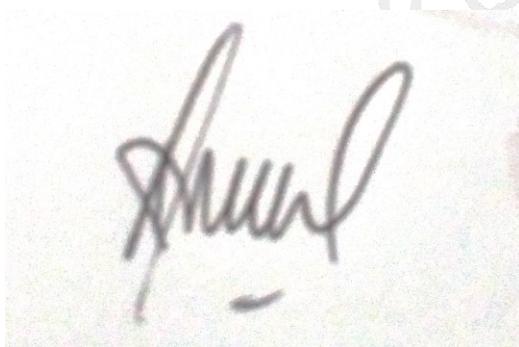
H221 13 002

Makassar, 22 November 2017

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama



Prof. Dr. Dadang Ahmad S., M.Eng
NIP. 19560930 198003 1 004

Dr. Sakka, M.Si
NIP. 19641025 199103 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinal saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasi atau ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk sesuatu gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan lainnya dimanapun, kecuali bagian yang telah dikutip sesuai kaidah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan dalam batas tertentu dibantu oleh pihak pembimbing.

Penulis,

Rahmi Rizqi Amalia

*“Education is not the learning of facts, but the
training of the mind to think”*

-Albert Einstein-

SARI BACAAN

Aliran air sangat bergantung kepada kondisi tata guna lahan di permukaan bumi. Penelitian ini menduga bahwa distribusi curah hujan berinteraksi langsung dengan bentuk topografi, sehingga dapat memperkirakan arah aliran dan besar debit aliran di sungai. Bentuk topografi dapat menunjukkan arah aliran dari dataran tinggi ke dataran rendah. Adapun tujuan penelitian ini adalah memetakan kontur distribusi curah hujan, kontur topografi, arah pengaliran presipitasi lokasi penelitian, dan menghitung debit aliran permukaan di lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu data curah hujan dan hari hujan yang berasal dari BMKG, data topografi DEM SRTM yang berasal dari LAPAN, data shapefile batas DAS, sungai dan peta penggunaan lahan yang berasal dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Hasil dari pemetaan kontur curah hujan pada tahun 2012 hingga 2017 menunjukkan nilai terendah 327 mm/tahun hingga nilai tertinggi 5346 mm/tahun, hasil pemetaan kontur topografi menunjukkan nilai terendah 745 meter dan nilai tertinggi 4279 meter, hasil dari pemetaan arah aliran menunjukkan bahwa aliran akan bergerak terus menuju sungai-sungai besar beserta cabangnya, dan hasil dari perhitungan debit maksimum ada pada bulan Januari yang terletak pada DAS Sungai Jeneberang dengan nilai 1,77 liter/detik dan nilai debit minimum ada pada bulan Agustus yang terletak pada DAS Binangapapa dengan nilai 0,07 liter/detik.

Kata Kunci: *Arah aliran, kontur, curah hujan, topografi, debit*

ABSTRACT

The flow of water depends on the conditions of land use on the surface of the earth. This study suggested that the distribution of rainfall interacted directly with the topographic shape, so as to predict the flow direction and the large flow rate in the river. Topographic shape could show the direction of flow from the plateau to the lowlands. The objectives of this study were to map out the contours of rainfall distribution, topographic contour, precipitation drainage direction, and calculate surface flow discharge at the research site. The data collected in this study were secondary data, rainfall data and data of rainy days from BMKG, DEM SRTM topographic data derived from LAPAN, shapefile data of watershed boundaries, rivers and land use maps from the Badan Informasi Geospasial (BIG) . The results of the rainfall contour mapping in 2012 to 2017 show the lowest value of 327 mm / yr up to the highest value of 5346 mm / yr, the topographic contour mapping results show the lowest value of 745 meters and the highest value of 4279 meters, the result of mapping the flow direction indicates that the flow will moving towards the major rivers along with its branches, and the result of the maximum discharge calculation is in January located on the Jeneberang River watershed with a value of 1.77 liters / sec and the minimum discharge value is in August located in the Binangapapa watershed with a value of 0,07 liters / sec.

Keywords : *Flow direction, contour, rainfall, topography, discharge*



Assalamu ‘ Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang memiliki keistimewaan dan pemberian segala kenikmatan besar, baik nikmat iman, kesehatan dan kekuatan di dalam penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan untuk Sayyidina Muhammad SAW, kekasih Allah juga para ahlu bait, para sahabat-sahabat beliau dan penegak sunnah-Nya sampai kelak akhir zaman.

Karena hanya dengan taufiq dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Distribusi Pengaliran Presipitasi Berdasarkan Topografi**” ini. Dalam penulisan skripsi ini, penulis dengan segala keterbatasan, kemampuan dan pengetahuan dapat melewati segala hambatan serta masalah berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, izinkan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya untuk orang tua penulis: **Kusnadi dan Dra. Ida Farida**, yang selalu memberi dukungan untuk penulis disaat ada ujian, memotivasi disaat penulis mulai pesimis, dan selalu mengasihi penulis dengan penuh kasih sayang hingga sampai pada di titik ini.

Terima kasih pula untuk kakek dan nenek yang tidak sempat hadir sampai terakhir, melihat perjuangan penulis untuk menyelesaikan skripsi namun penulis yakin beliau selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis, **H. Mamat Al-Amat** dan **Hj. Muchlisoh** serta **Aki Mulyana** dan **Nini Acih**. Semoga perjuangan ini dapat membuat almarhum dan almarhumah bangga kepada penulis. Serta ucapan terima kasih kepada kakek buyut, **Kyai H. Jeje**, yang selalu memberikan doa di setiap sujud malamnya untuk penulis.

Tidak lupa juga ucapan terima kasih penulis sampaikan untuk “teman dalam satu kandungan”, **Rahma Rizqi Amalia, S.P**, yang selalu siap memberi dukungan penuh untuk adik tercintanya. Dan ucapan terima kasih kepada **Ahmad Husein Al Hafidz**, adik dari penulis yang selalu memberikan semangat, doa dan dukungan dari jauh.

Terima kasih kepada keluarga besar **Abdul Rahman Salam, SH**, terkhusus Mami tercinta **Dra. Sulastri**, yang dengan tulus selalu memberi kasih sayang, motivasi, doa serta dukungan untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih juga untuk Tante **Marlina Fauziah** yang selalu mengerti keadaan penulis disaat dukungan dan motivasi sedang dibutuhkan oleh penulis. Terimakasih pula untuk adinda-adinda tercinta, **Anita Tryani Rahman** dan **Muthiah Izzati**, yang selalu mengingatkan penulis untuk menyelesaikan studi dengan baik.

Serta tidak lupa terima kasih teruntuk sahabat-sahabat di Tangerang yang sampai pada saat ini tidak pernah memutuskan tali silaturahmiya dengan penulis hanya

untuk sekedar memberi semangat dan doa dalam penyelesaian skripsi ini, **seluruh anggota OSIS MPK Angkatan 07 Lasta Tangerang, Dela, Dede, Silvia, Duma, Prasti, Nisrina, Nike, Itha, Hana, Nabilah, Nadya, Nicky, Gita, Tya, Gerhana** dan semuanya yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Dan tidak lupa penulis sampaikan *Terima Kasih* kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Dadang Ahmad S., M.Eng** dan Bapak **Dr. Sakka, M.Si** selaku pembimbing utama dan pembimbing pertama yang dengan tulus meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, petunjuk, motivasi, saran dan arahan sejak awal penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
2. Bapak **Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.Sc**, Bapak **Dr. H. Samsu Arif, M.Si**, dan Bapak **Dr. Paharuddin, M.Si** selaku tim penguji skripsi geofisika yang telah memberikan masukan serta saran kepada penulis.
3. Bapak **Dr. H. Arifin, MT** sebagai Ketua Departemen Fisika dan Bapak **Dr. Muh. Altin Massinai, MT.Surv** selaku Ketua Departemen Geofisika, serta seluruh staf dosen pengajar dan pegawai departemen Fisika yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjalani studi hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu **Nur Hasanah, S.Si, M.Si** selaku Penasehat Akademik yang banyak memberikan nasehat dan bimbingan akademik kepada penulis.
5. Dosen-dosen pengajar yang telah membagikan ilmunya serta memberi bimbingan selama perkuliahan.

6. Bapak dan Ibu staff pegawai Departemen Fisika dan Departemen Geofisika FMIPA Unhas.
7. Bapak dan Ibu pegawai Instansi BMKG Wilayah IV Makassar yang telah membantu penulis dalam mendapatkan data curah hujan dan hari hujan lengkap dengan prosedur yang sangat mudah sehingga memudahkan penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan **MIPA 2013**. Terima kasih telah membuat persaudaraan tak sedarah hingga sampai pada titik ini. **Salam “**
9. Teman-teman **FISIKA 2013**. Khususnya untuk 88 orang yang telah membuat ribuan suka dan duka, rasanya puitisasi kalimat takkan mampu mewakili kebersamaan kita. Kalianlah cinta pertama yang kudapat di kampus. Terima Kasih Akhi, Terima Kasih Ukhti, Terima Kasih Saudaraku. Salam Perjuangan, panjang umur pengkaderan FISIKA 2013 “Kami Satu Kami Saudara”.
10. Teman dari MABA yang selalu menemani penulis, **Tiara Minzathu, S.Si** dan **Nurul Mifta Sari**. Terima kasih telah membuat suka dan duka sama—sama, semoga persahabatan ini dapat bertahan hingga umur yang memisahkan.
11. Teman usaha *catering* “**Adwitiya Catering**”, teman pengumpulan, teman rapat hingga pagi, **Suarni, S.Si, Nurlindah, Nur Hilda Ameliah, Harista BR Ginting** dan **Nurfiah Anwar**, terima kasih telah mengajarkan kepada penulis arti teman sesungguhnya, dan terima kasih juga untuk

selalu ada disaat penulis membutuhkan teman berbagi cerita untuk menyelesaikan skripsi ini.

12. Teman-teman ‘betina tangguh’ ku, **Geng Anak Batu**, terutama **Wa Ode Siti Nur Rahmadaningsih, S.Si**. Terimakasih selalu memberikan motivasi kepada penulis hingga penulis bisa berdiri sampai titik ini. Sampai berjumpa di lain kesempatan.
13. Teman-Teman **PSL Squad** yang selalu menemani disaat mengerjakan tugas akhir di PSL. Selalu banyak cerita dan kenangan di tempat itu bersama kalian.
14. Teman-teman **KKN DSM Bantaeng Gelombang 94** yang banyak membuat cerita dari hari pertama KKN hingga selesai, semoga persahabatan kita akan terus terukir hingga kapan pun.
15. Kanda-kanda angkatan 2010 (Pengurus BEM), 2011 (Pengurus Himafi) terkhusus **Alexander Yafet TR, S.Si** a.k.a **Kak Susno**, 2012 (Panitia BK), serta seluruh warga KM FMIPA UNHAS dan HIMAFI FMIPA UNHAS yang telah memberikan banyak pelajaran berharga, memberikan bantuan, masukan, dan dukungan yang sangat luar biasa kepada penulis dalam menyelesaikan dan menanggalkan status sebagai mahasiswa. Salam “USE YOUR MIND BE THE BEST”, “JAYALAH HIMAFI FISIKA NAN JAYA”.
16. Partner skripsi dari awal memberi ide judul penelitian hingga ujian sidang, **Reski Kurniawan, S.Si**, terima kasih untuk selalu mengerti dan memberi motivasi kepada penulis. Sampai berjumpa di lain kesempatan.

17. Adik-adik Fisika dan Geofisika angkatan 2014, 2015, 2016 dan 2017 yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini, saya titip semangat dan kebersamaan untuk kalian.

Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu terima kasih untuk semuanya. Semoga apa yang telah dituliskan penulis dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi sesama dan berguna bagi semesta.

Aamiin Allahumma Aamiin.

Makassar, 22 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SARI BACAAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
I. 1. Latar Belakang	1
I. 2. Rumusan Masalah	3
I. 3. Ruang Lingkup Penelitian	3
I. 4. Tujuan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II. 1. Hidrologi	5
II. 1. 1 Siklus Hidrologi	5
II.1.2 Presipitasi	8

II.1.3 Debit Aliran Air	11
II. 2. Topografi	14
II.2.1 Topografi	14
II.2.2 Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (SIG)	14
II.2.2.1 Metode-Metode Pembuatan Kontur Curah Hujan	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III. 1. Lokasi Penelitian	18
III. 2. Alat dan Bahan	19
III. 2. 1. Alat	19
III. 2. 2. Bahan	19
III. 3. Tahapan Penelitian	19
III. 3. 1. Persiapan.....	20
III. 3. 2. Proses Pembuatan Peta Kontur Topografi.....	20
III. 3. 3. Proses Pembuatan Peta Kontur Curah Hujan	21
III. 3. 4. Proses Pembuatan Peta Arah Aliran	22
III. 3. 5. Menghitung Debit Aliran.....	23
III. 4. Bagan Alir Penelitian	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV. 1. Peta Kontur Topografi Lokasi Penelitian.....	25
IV. 2. Peta Pos Curah Hujan.....	26

IV. 3. Peta Kontur Curah Hujan	28
IV. 4. Peta Penggunaan Lahan	31
IV. 4. Distribusi Curah Hujan dan Hari Hujan.....	32
IV. 4. 1. Distribusi Curah Hujan.....	32
IV. 4. 2. Distribusi Hari Hujan	38
IV. 5. Peta Arah Aliran.....	43
IV. 6. Debit Aliran Air	44

BAB V PENUTUP

V. I. Kesimpulan	52
V. II. Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	54
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	7
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Peta Topografi Lokasi Penelitian.....	26
Gambar 4.2 Peta Pos Curah Hujan Lokasi Penelitian	27
Gambar 4.3 Peta Kontur Curah Hujan.....	28
Gambar 4.3 (a) Bulan Januari – Bulan Juni.....	28
Gambar 4.3 (b) Bulan Juli – Bulan November	29
Gambar 4.4 Peta Penggunaan Lahan	31
Gambar 4.5 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2012.....	35
Gambar 4.6 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2013	35
Gambar 4.7 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2014.....	36
Gambar 4.8 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2015.....	36
Gambar 4.9 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2016.....	37
Gambar 4.10 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2017.....	37
Gambar 4.11 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2012	40
Gambar 4.12 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2013	40
Gambar 4.13 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2014	41
Gambar 4.14 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2015	41

Gambar 4.15 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2016	42
Gambar 4.16 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2017	42
Gambar 4.17 Peta Arah Aliran Lokasi Penelitian	43
Gambar 4.18 Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit.....	45
Gambar 4.18 (a) Bulan Januari.....	45
Gambar 4.18 (b) Bulan Februari.....	46
Gambar 4.18 (c) Bulan Maret	46
Gambar 4.18 (d) Bulan April.....	47
Gambar 4.18 (e) Bulan Mei	47
Gambar 4.18 (f) Bulan Juni	48
Gambar 4.18 (g) Bulan Juli.....	48
Gambar 4.18 (h) Bulan Agustus	49
Gambar 4.18 (i) Bulan September	49
Gambar 4.18 (j) Bulan Oktober	50
Gambar 4.18 (k) Bulan November	50
Gambar 4.18 (l) Bulan Desember	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Curah Hujan Bulanan	10
Tabel 2.2 Kategori Curah Hujan Tahunan.....	10
Tabel 2.3 Nilai C Menurut Tata Guna Lahan	12
Tabel 4.1 Tabel Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian.....	32
Tabel 4.2 Debit Aliran Air (l/detik).....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Curah Hujan Bersumber dari BMKG

Lampiran 2 Data Hari Hujan Bersumber dari BMKG

Lampiran 3 Nilai C (Koefisien Aliran Permukaan)

Lampiran 4 Nilai I (Intensitas Curah Hujan Wilayah)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang paling berharga, karena tanpa adanya air tidak mungkin terdapat kehidupan. Air tidak hanya dibutuhkan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman, tetapi juga merupakan media pengangkutan, sumber energi dan berbagai keperluan lainnya. Pada suatu saat dalam bentuk hujan lebat dan banjir, aliran air juga dapat memiliki daya perusak, menimbulkan kerugian harta dan jiwa, serta menghanyutkan sejumlah volume tanah subur (Suripin, 2004).

Ilmu yang mempelajari proses pengaturan kehilangan dan penambahan serta penampungan sumber-sumber air di bumi adalah hidrologi. Dua besaran ekstrim dalam hidrologi adalah ekstrim maksimum berupa banjir dan ekstrim minimum berupa kekeringan. Mengingat pentingnya sungai bagi kehidupan manusia, maka keadaan ekstrim alirannya, baik kekeringan maupun banjir tidak dikehendaki. Terutama untuk kasus banjir, perlindungan terhadap berbagai aspek kehidupan di sepanjang sungai perlu diperhatikan. Di dalam analisis hidrologi, salah satu hasil akhir yang sering diharapkan adalah perkiraan besar banjir (hujan) rancangan untuk suatu bangunan hidraulik tertentu (Harto, 1993).

Aliran air sangat bergantung kepada kondisi tata guna lahan di permukaan bumi. Bila tidak ada daerah yang bisa menyerap dan daerah yang bisa menahan laju aliran maka pada waktu musim penghujan air akan mengalir langsung ke laut.

Pada waktu musim kemarau karena tidak ada lagi hujan maka keberadaan air di suatu tempat tergantung dari kuantitas dan kualitas resapan dan penahan air pada waktu musim penghujan. Dengan resapan maupun penahan air yang baik dan optimal maka kebutuhan air dapat terpenuhi di musim kemarau karena masih ada air yang tertampung dan terhenti misalnya : waduk, danau dan lain-lain serta yang meresap di dalam tanah sehingga membentuk air tanah, sumur, mata air dan lain-lain (Kodoatie dan Syarief, 2005).

Penelitian ini menduga bahwa distribusi curah hujan berinteraksi dengan bentuk topografi dapat memperkirakan besaran aliran permukaan sampai kepada besar aliran debit di sungai. Bentuk topografi dapat memperlihatkan aliran dari dataran tinggi ke dataran rendah (Pawitan, 2004).

Penelitian distribusi pengaliran presipitasi berdasarkan topografi ini dilakukan untuk menganalisis arah aliran presipitasi melalui peta kontur topografi sehingga didapat wilayah yang berpotensi tinggi mengalami arah aliran yang tinggi di wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar. Arah pengaliran presipitasi di wilayah tersebut dapat diketahui dari peta kontur topografi wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar, sedangkan debit curah hujan dapat diketahui dari peta sebaran curah hujan di wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar (Rostianingsih, 2004).

Hasil akhir yang diharapkan dalam penelitian ini adalah memperlihatkan arah aliran air yang mengalir dari hasil presipitasi dan memperkirakan debit aliran tertinggi di wilayah penelitian.

I.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muchsin tahun 2011, prakiraan daerah terjadinya banjir hanya pada lokasi penelitian di Makassar dan menggunakan data curah hujan selama 1 tahun yang menyebabkan hasil dari penelitian kurang akurat. Selain itu sebaran curah hujan yang kurang merata dan bentuk topografi yang berbeda setiap wilayah menyebabkan perbedaan pengaliran curah hujan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang mengkaji hubungan antara curah hujan dan topografi dengan membuat peta kontur masing-masing untuk mendapatkan hasil yang baik. Adapun permasalahan pokok yang dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimana distribusi curah hujan dapat memperkirakan pola besar dan arah aliran permukaan di atas bentang topografi?

I.3 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pemetaan kontur distribusi curah hujan di wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar selama periode 2012-2017 dan pemetaan kontur topografi Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar. Untuk membuat peta kontur curah hujan, dibutuhkan data real curah hujan yang didapatkan dari pengamatan BMKG (Badan Meteorologi

Klimatologi dan Geofisika), lalu hasilnya diolah menggunakan software ArcGIS. Dari pengolahan tersebut akan memperlihatkan wilayah mana yang sering mengalami presipitasi tinggi, hari hujan yang sering dan memperkirakan debit aliran. Selanjutnya untuk membuat peta kontur topografi di wilayah penelitian, dibutuhkan data ketinggian yang didapatkan dari data topografi.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memetakan kontur distribusi curah hujan.
2. Memetakan kontur topografi untuk memberikan informasi tentang tinggi rendah topografinya lokasi penelitian.
3. Memetakan arah pengaliran presipitasi Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar berdasarkan topografi.
4. Menghitung debit aliran permukaan Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II. 1 Hidrologi

II.1.1 Siklus Hidrologi

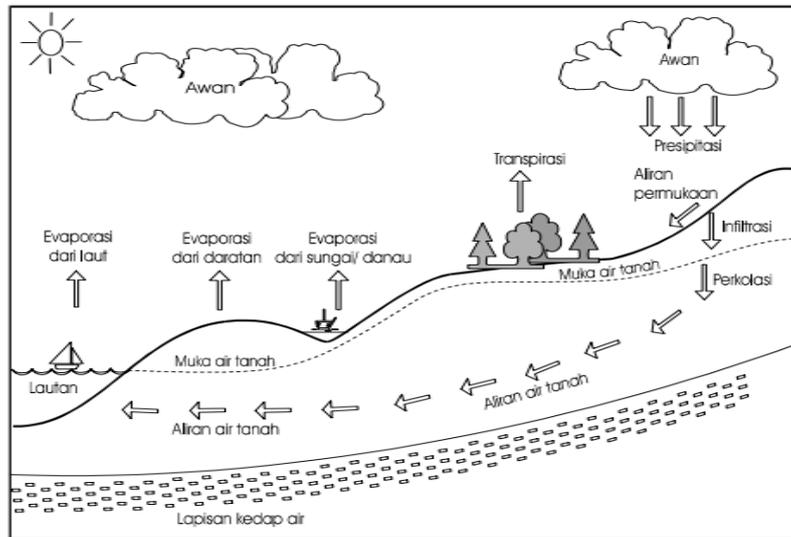
Siklus hidrologi adalah suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, presipitasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*out flow*). Penguapan terdiri dari evaporasi dan transpirasi. Uap yang dihasilkan mengalami kondensasi dan dipadatkan membentuk awan yang nantinya kembali menjadi air dan turun sebagai presipitasi. Sebelum tiba di permukaan bumi presipitasi tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*) dan sebagian mencapai permukaan tanah (Soewarno, 2000).

Terdapat tiga variabel utama hujan yang hampir selalu diamati untuk berbagai kebutuhan analisa, prediksi dan perencanaan, yaitu ketebalan hujan (R), durasi hujan (t), dan distribusinya dalam ruang dan waktu. Berdasarkan tiga variabel utama ini, dapat diturunkan variabel hujan lain, antara lain intensitas hujan (I) dan probabilitas hujan atau periode ulang kejadian hujan (T) (Asbintari dkk, 2016).

Curah hujan didefinisikan sebagai tinggi air hujan (dalam mm) yang diterima di permukaan sebelum mengalami aliran permukaan, evaporasi dan peresapan atau perembesan ke dalam tanah. Jumlah hari hujan dibatasi oleh jumlah hari dengan tinggi curah hujan 0,5 mm atau lebih.

Jumlah hari hujan dinyatakan per minggu, dekade, bulan, tahun atau satu periode tanam. Sedangkan jumlah curah hujan dicatat dalam inci atau milimeter (1 inci = 25,4 mm). Jumlah curah hujan 1 mm, menunjukkan tinggi air hujan yang menutupi permukaan bumi 1 mm, jika air tersebut tidak meresap ke dalam tanah atau menguap ke atmosfer (Hermawan, 2009).

Air yang sampai ke permukaan tanah sebagian akan berinfiltrasi dan sebagian lagi mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah kemudian mengalir ke tempat yang lebih rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Dalam perjalanannya menuju laut sebagian akan mengalami penguapan. Air yang masuk ke dalam tanah sebagian akan keluar lagi menuju sungai yang disebut dengan aliran intra (*interflow*). Sebagian lagi akan terus turun dan masuk ke dalam air tanah yang keluar sedikit demi sedikit dan masuk ke dalam sungai sebagai aliran bawah tanah (*groundwater flow*), dan begitu seterusnya. Proses mengenai siklus hidrologi dapat dilihat pada **Gambar 2.1** berikut:



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (Wibowo, 2005)

Presipitasi mungkin terbentuk sebagai hujan, salju, atau hujan es. Sebagian atau seluruh hasil presipitasi tersebut dapat menguap sebelum mencapai permukaan tanah. Hasil presipitasi yang mencapai permukaan tanah mungkin diintersepsi oleh vegetasi atau meresap ke dalam permukaan tanah atau menguap atau menjadi limpasan permukaan. Penguapan dapat terjadi dari permukaan tanah, air atau daun tumbuhan melalui proses transpirasi. Air hujan yang bergerak di permukaan bumi disebut limpasan permukaan sedangkan yang bergerak ke dalam permukaan tanah disebut infiltrasi (Wibowo, 2005).

Setiap turun hujan, tidak semua air hujan teresap ke dalam tanah. Air yang tidak teresap berupa aliran permukaan. Aliran permukaan akan mengalir ke daerah yang lebih rendah dan menuju saluran-saluran air. Wilayah bagian hulu dan bagian hilir memiliki keterkaitan geofisik melalui daur hidrologi (Utomo dkk, 2012).

Aliran permukaan memiliki daya gerus tanah atau membawa materi tanah (sedimen) yang dalam saluran air akan dihitung sebagai suspensi. Erosi yang tinggi akan menyebabkan muatan sedimen yang terbawa oleh aliran permukaan meningkat. Erosi akan memengaruhi besarnya debit suspensi pada daerah aliran sungai wilayah tersebut (Utomo dkk, 2012).

II.1.2 Presipitasi

Hujan adalah salah satu bentuk dari presipitasi. Presipitasi adalah uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi. Hujan merupakan unsur iklim yang paling penting di daerah tropis seperti di Indonesia karena keragamannya sangat tinggi, baik menurut waktu maupun menurut tempat. Sehingga kajian tentang iklim lebih banyak diarahkan pada hujan (Hermawan, 2009).

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dalam rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam mm (Sosrodarsono, 2003).

Presipitasi yang berupa hujan dan salju dapat terjadi karena adanya tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin. Besarnya presipitasi di tempat satu dengan yang lainnya tidak sama. Bentuk presipitasi yang ada di Indonesia adalah hujan. Berdasarkan evaluasi

curah hujan yang dilakukan oleh BMKG menunjukkan bahwa Sulawesi Selatan merupakan daerah yang berpeluang mengalami curah hujan di atas 400 mm/bulan. Curah hujan adalah faktor utama yang mengendalikan berlangsungnya daur hidrologi dalam suatu wilayah DAS (merupakan elemen utama yang perlu diketahui mendasari pemahaman tentang kelembaban tanah, proses resapan air tanah, dan debit aliran). Seperti diketahui bahwa keterlanjutan proses ekologi, geografi dan tataguna lahan di suatu DAS ditentukan oleh berlangsungnya daur hidrologi, dan dengan demikian, presipitasi dapat dipandang sebagai faktor pendukung sekaligus pembatas bagi usaha pengelolaan sumberdaya air dan tanah. Para perencana pengelolaan DAS, terutama pengelolaan sumberdaya air harus menyadari pentingnya memahami proses dan mekanisme terjadinya presipitasi, terutama hal-hal yang berkaitan dengan bagaimana caranya mengkuantifikasi dan melakukan analisis tentang karakteristik presipitasi yang sangat bervariasi, bagaimana cara pengukurannya, serta dalam bentuk apa data presipitasi seharusnya dilaporkan (Asdak, 2007).

Karakteristik hujan (lama, tebal dan intensitas hujan) pada suatu wilayah sangat memengaruhi besarnya debit aliran pada suatu DAS (baik dalam volume tubuh air maupun kecepatan alirannya) dan erosi yang terjadi pada daerah tersebut. Setiap kejadian hujan memiliki karakter masing-masing. Karakter tersebut dapat berupa lama, tebal dan intensitas hujan. Intensitas hujan maksimal selama 30 menit merupakan intensitas yang

akan memberikan pengaruh besar terhadap aliran permukaan. Ketiga karakter hujan di atas akan dikaitkan dengan besarnya volume aliran dan berat suspensi yang terjadi (Utomo dkk, 2012).

Tabel 2.1 Kategori Curah Hujan Bulanan

Kategori Curah Hujan	Intensitas (mm/bulan)
Hujan rendah	0 – 100
Hujan menengah	101 – 300
Hujan tinggi	301 – 400
Hujan sangat tinggi	> 400

Sumber: Ridwan, 2016

Tabel 2.2 Kategori Curah Hujan Tahunan

Kategori Curah Hujan	Intensitas (mm/tahun)
Hujan ringan	0 – 2000
Hujan sedang	2001 – 3000
Hujan lebat	>3001

Sumber: Ridwan, 2016

Pada **Tabel 2.1**, curah hujan bulanan dapat dikategorikan menjadi 4 kategori berdasarkan besar intensitasnya yaitu, hujan rendah dengan nilai intensitas antara 0 mm/bulan hingga 100 mm/bulan, hujan menengah dengan nilai 101 mm/bulan hingga 300 mm/bulan, hujan tinggi dengan

nilai 301 mm/bulan hingga 400 mm/bulan, dan hujan sangat tinggi dengan nilai intensitas lebih dari 400 mm/bulan. Sedangkan pada **Tabel 2.2**, curah hujan tahunan dapat dikategorikan menjadi 3 kategori berdasarkan besar intensitasnya yaitu, hujan ringan dengan nilai intensitas antara 0 mm/tahun hingga 2000 mm/tahun, hujan sedang dengan nilai 2001 mm/tahun hingga 3000 mm/tahun, dan hujan lebat dengan nilai intensitas lebih 3001 mm/tahun (Ridwan, 2016).

II.1.3 Debit Aliran Air

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/s). debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (Asdak, 2002).

Dalam praktek, sering variasi kecepatan pada tampang lintang diabaikan, dan kecepatan aliran dianggap seragam di setiap titik pada tampang lintang yang besarnya sama dengan kecepatan rerata, sehingga debit aliran dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = 0,0028 \cdot \left[\frac{A_i}{A} \cdot C_i \right] \left[\frac{A_i}{A} \cdot I_i \right] A \quad (2.1)$$

Q = Debit aliran (l/det)

0,0028 = Konstanta, digunakan jika satuan luas daerah menggunakan Ha

C_i = Koefisien aliran menurut tata guna lahan berdasarkan DAS

I_i = Intensitas Curah Hujan berdasarkan DAS (mm/bulan)

A_i = Luas daerah aliran berdasarkan DAS (Ha)

A = Luas daerah aliran (Ha)

Tabel 2.3 Nilai C Menurut Tata Guna Lahan

Jenis Penggunaan Lahan	Nilai C
Lahan Terbuka	0,015
Semak-Semak	0,016
Tugu Air	0,01
Pertanian	0,026
Bukit	0,041
Lahan Terbangun	0,059
Hutan	0,07

(Tanaka, 2007)

Pada **Tabel 2.3**, Nilai C menurut tata guna lahan pada wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa, dan Kabupaten Takalar dapat dijeniskan menjadi 8 jenis, yaitu jenis lahan kosong yang mempunyai nilai C 0,015,

jenis semak-semak yang mempunyai nilai C 0,016, jenis perairan yang mempunyai nilai C 0,01, jenis pertanian yang mempunyai nilai C 0,026, jenis bukit yang mempunyai nilai C 0,041, jenis permukiman yang mempunyai nilai C 0,059, jenis hutan yang mempunyai nilai C 0,07 dan jenis perkotaan yang mempunyai nilai C 0,053 (Tanaka, 2007)

Debit adalah suatu koefisien yang menyatakan banyaknya air yang mengalir dari suatu sumber persatuan waktu, biasanya diukur dalam satuan liter per detik, untuk memenuhi kebutuhan air pengairan, debit air harus lebih cukup untuk disalurkan ke saluran yang telah disiapkan. Pada dasarnya debit air yang dihasilkan oleh suatu sumber air ditentukan oleh beberapa faktor yaitu (Dumiary, 1992):

1. Intensitas hujan
2. Penggundulan hutan
3. Pengalihan hutan menjadi lahan pertanian
4. Intersepsi
5. Evaporasi dan transpirasi

Debit air merupakan komponen yang penting dalam pengelolaan suatu DAS. Pelestarian hutan juga penting dalam rangka menjaga kestabilan debit air yang ada di DAS, karena hutan merupakan faktor utama dalam hal penyerapan air tanah serta dalam proses evaporasi dan transpirasi, juga pengendali terjadinya longsor yang mengakibatkan permukaan

sungai menjadi dangkal, jika terjadi pendangkalan sungai, maka debit air yang ada di sungai pun akan berkurang (Dumiary, 1992)

II. 2 Topografi

II.2.1 Topografi

Topografi permukaan atau bentuk lahan mempengaruhi aliran permukaan (*run off*) dan aliran air bumi. Aliran permukaan (*surface runoff*) meningkat dengan meningkatnya lereng. Tanah, geologi, geomorfologi, dari suatu DAS, berfungsi sebagai kontrol terhadap besar kecilnya infiltrasi dan kapasitas menahan air permukaan. Daerah permukaan yang miring akan menyebabkan aliran permukaan yang deras dan besar bila dibandingkan dengan daerah yang agak datar (Muchtar dkk, 2007).

Peta topografi merupakan peta yang memuat informasi umum tentang keadaan permukaan tanah beserta informasi ketinggiannya menggunakan garis kontur, yaitu garis pembatas bidang yang merupakan tempat kedudukan titik-titik dengan ketinggian sama terhadap bidang referensi (pedoman/acuan) tertentu (Rostianingsih, 2004).

II.2.2 Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu kumpulan alat (*tools*) yang digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, pengaktifan sesuai kehendak, pentransformasian, serta penyajian data spasial dari suatu

fenomena nyata di permukaan bumi untuk tujuan tertentu (Muchsin, 2011).

Hal yang dapat membedakan sistem informasi geografis (SIG) dengan program-program yang lainnya adalah bahwa seluruh data dalam SIG adalah bersifat *Geo-referenced*, seperti lokasi yang harus didasarkan pada sistem koordinat yang baku. Menurut (Prahasta, 2005) dalam (Ridwan, 2017) ada beberapa alasan yang menyebabkan aplikasi SIG menjadi menarik untuk digunakan di berbagai disiplin ilmu, antara lain.

II.2.2.1 Metode-Metode Pembuatan Kontur Curah Hujan

1. Metode Interpolasi

Interpolasi adalah metode untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang diketahui. Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbuatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah. Didalam melakukan interpolasi, sudah pasti dihasilkan. *Error* yang dihasilkan sebelum melakukan interpolasi bisa dikarenakan kesalahan menentukan metode sampling data, kesalahan dalam pengukuran, dan kesalahan dalam analisa di laboratorium (Pramono, 2008).

2. Metode *IDW*

Metode *IDW* (*Inverse Distance Weighted*) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik

di sekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Kerugian dari metode *IDW* adalah nilai hasil interpolasi terbatas pada nilai yang ada pada data sampel. Pengaruh dari data sampel terhadap hasil interpolasi disebut sebagai *isotropic*. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik, sampel data yang digunakan harus rapat yang berhubungan dengan variasi lokal (Pramono, 2008).

3. Metode *Kriging*

Metode *kriging* adalah estimasi *stochastic* yang mirip dengan metode *IDW* dimana menggunakan kombinasi linear dari *weight* untuk memperkirakan nilai diantara sampel data. Asumsi dari metode ini adalah jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial yang penting dalam hasil interpolasi. Metode *Kriging* sangat banyak menggunakan sistem komputer dalam perhitungan. Kecepatan perhitungan tergantung dari banyaknya sampel data yang digunakan dan cakupan dari wilayah yang diperhitungkan. Tidak seperti metode *IDW*, *Kriging* memberikan ukuran *error* dan *confidence*. Metode ini menggunakan *semivariogram* yang mempresentasikan perbedaan spasial dan nilai diantara semua

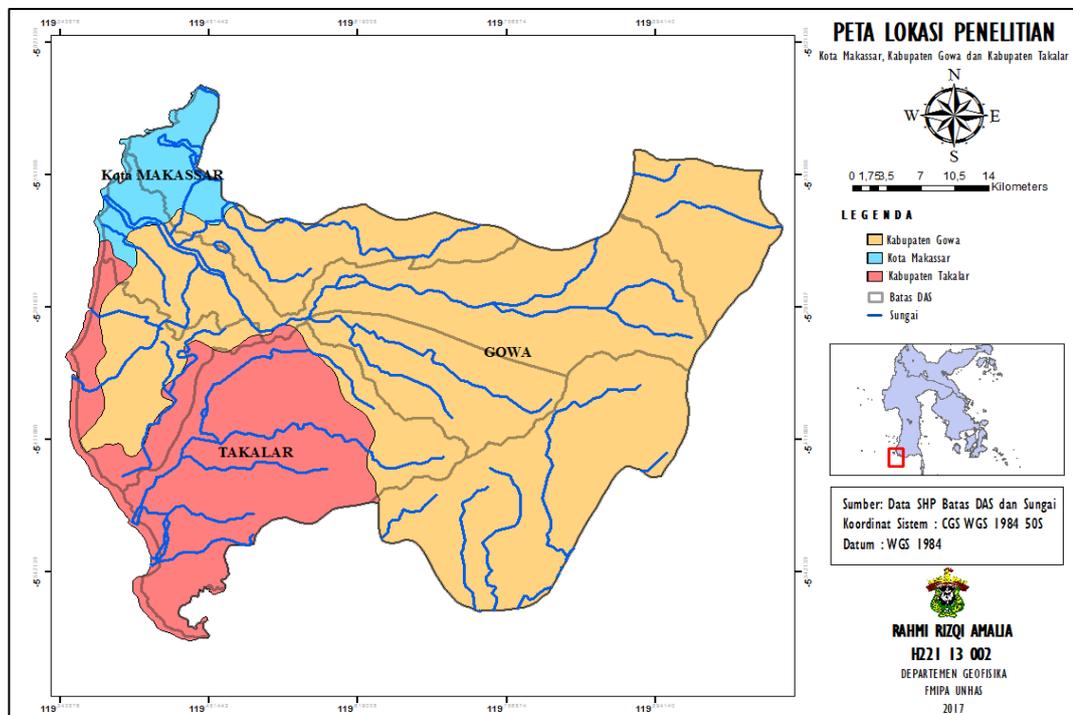
pasangan sampel data. *Semivariogram* juga menunjukkan bobot (*weight*) yang digunakan dalam interpolasi. *Semivariogram* dihitung berdasarkan sampel *semivariogram* dengan jarak h , beda nilai z dan jumlah sampel data n . Pada jarak yang dekat (sumbu horisontal), *semivariance* bernilai kecil. Tetapi pada jarak yg lebih kecil, *semivariance* bernilai tinggi yang menunjukkan bahwa variasi dari nilai z tidak lagi berhubungan dengan jarak sampel point. Jenis *Kriging* yang bisa dilakukan adalah dengan cara *spherical*, *circular*, *exponential*, *gaussian* dan *linear*. Tahapan dalam menggunakan metode ini adalah analisa statistik dari sampel data, pemodelan variogram, membuat hasil interpolasi, dan menganalisis nilai *variance*. Metode ini sangat tepat digunakan bila kita mengetahui korelasi spasial jarak dan orientasi dari data. Oleh sebab itu, metode ini sering digunakan dalam bidang ketanahan dan geologi. Kelemahan dari metode ini adalah tidak dapat menampilkan puncak, lembah atau nilai yang berubah drastis dalam jarak yang dekat (Pramono, 2008)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan daerah penelitian berada di Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar. Kota Makassar terletak pada koordinat $5^{\circ}8'$ LU dan $119^{\circ}25'$ BT, dengan luas wilayah sebesar $199,26 \text{ km}^2$. Kabupaten Gowa terletak pada koordinat $5^{\circ}33'6''$ sampai $5^{\circ}34'7''$ LS dan $120^{\circ}38'6''$ sampai $120^{\circ}33'6''$ BT, dengan luas wilayahnya 1.883 km^2 . Dan Kabupaten Takalar terletak pada koordinat $5,3^{\circ}$ sampai $5,33^{\circ}$ LS dan $119,22^{\circ}$ sampai $118,39^{\circ}$ BT, dengan luas wilayahnya $566,51 \text{ km}^2$. Dan lokasi keseluruhannya sebesar $2648,77 \text{ km}^2$. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Data Citra Google Earth
2. Software pengolah data berupa:
 - ArcGIS 10.0 Lisensi Fakultas MIPA Unhas
 - Microsoft Office Excel 2010

III.2.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Data curah hujan Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar tahun 2012 - 2017 dari BMKG
2. Data hari hujan Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar tahun 2012 - 2017 dari BMKG
3. Data Batas DAS dari BAPPEDA Provinsi Sulawesi Selatan
4. Data Sungai dari BIG (Badan Informasi Geospasial)
5. Data Topografi DEM SRTM Sulawesi Selatan dari LAPAN resolusi 30 m - 1 Arc-Second
6. Peta Penggunaan Lahan bersumber dari BIG (Badan Informasi Geospasial)

III.3 Tahapan Penelitian

Pada tahapan ini merupakan tahap awal dalam melaksanakan penelitian berupa pengumpulan data dan literatur yang berhubungan dengan penelitian, menentukan alat dan bahan dalam pengambilan dan pemrosesan data, serta pemilihan bahan yang dipakai.

III.3.1 Persiapan

1. Menyiapkan data curah hujan Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar periode 2012 - 2017 dari BMKG
2. Menyiapkan data pendukung berupa data DEM. Data DEM digunakan untuk mengoreksi dan mengkorelasi data topografi.
 - Memanggil data citra SRTM yang telah dipotong (*.shp) dengan menggunakan cara klik tombol “+” kemudian klik **Add**
3. Setelah terkumpul semua data, tahap selanjutnya adalah pembuatan kontur curah hujan dan kontur topografi yang pada akhirnya digabungkan menjadi satu sehingga memperlihatkan kemana arah aliran air dan memperlihatkan juga wilayah yang berpotensi tinggi mengalami peristiwa banjir.

III.3.2 Proses Pembuatan Peta Kontur Topografi

- Data topografi diperoleh dari data DEM SRTM meliputi wilayah Sulawesi Selatan, untuk mempermudah maka data kontur yang akan dibuat dipersempit menjadi wilayah Kota Makassar, Kabupaten Takalar dan Kabupaten Gowa.
- Untuk memperoleh data DEM hanya pada lokasi penelitian maka dilakukan pemotongan data DEM dengan menggunakan **Geoprocessing > ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract By Mask**.

- Untuk membuat kontur topografi Sulawesi Selatan berdasarkan data DEM maka digunakan *ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Raster Surface > Contour*.

Hasil kontur dari proses tersebut masih berupa garis kasar karena masih berdasarkan perhitungan komputer, untuk memperhalus garis kontur agar menyerupai kondisi sebenarnya di lapang maka dilakukan dengan cara, pilih Search lalu Tools dan ketikkan Smooth Line.

III.3.3 Proses Pembuatan Peta Kontur Curah Hujan

Kontur pada pengertian analisis spasial adalah garis yang menghubungkan sel yang mempunyai nilai sama. Pada proses pembuatan kontur, ArcGIS akan membuat garis pada interval tertentu untuk menghubungkan sel-sel yang mempunyai nilai sama. Hasil dari proses *Create Contour* ini secara otomatis akan diberi nama *Contour of*. Garis kontur yang menghubungkan curah hujan yang sama disebut garis isohiyet. Garis kontur ini dapat dibuat dengan menggunakan theme shapefile titik atau theme grid kontinyu. Koordinat didapat langsung dari koordinat stasiun-stasiun curah hujan dari BMKG. Setelah itu ditentukan nilai x, y dan z nya. Nilai x didapat dari nilai bujur atau longitude, nilai y didapat dari nilai lintang atau latitude, sedangkan nilai z didapat dari besaran curah hujan tiap tahunnya.

- Memanggil data koordinat dalam format Excel dengan menggunakan cara klik **File > Add Data > Add XY Data**.
- Setelah memanggil data koordinat dalam file *Microsoft Excel* pembuatan peta dilakukan menggunakan metode '*Kriging*' dengan menggunakan cara mengetik '*Kriging*' di kolom *Search*.

III.3.4 Proses Pembuatan Peta Arah Aliran

Setelah membuat peta kontur curah hujan dan peta kontur topografi

Setelah membuat peta kontur curah hujan dan peta kontur topografi, yang dilakukan selanjutnya adalah membuat peta arah aliran.

- Memanggil data koordinat dalam Microsoft Excel dengan menggunakan cara klik **File > Add Data > Add XY Data**.
- Memanggil data topografi DEM SRTM
- Memanggil data batas DAS dan data sungai
- Setelah memanggil semua data, pembuatan arah aliran digunakan dengan menggunakan tools '*Flow Direction*' dengan cara mengklik *Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Direction*.

III.3.5 Menghitung Debit Aliran

Menghitung debit aliran menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$Q = 0,0028 \cdot \left[\frac{A_i}{A} \cdot C_i \right] \left[\frac{A_i}{A} \cdot I_i \right] A \quad (2.1)$$

Q = Debit aliran (l/det)

0,0028 = Konstanta, digunakan jika satuan luas daerah menggunakan Ha

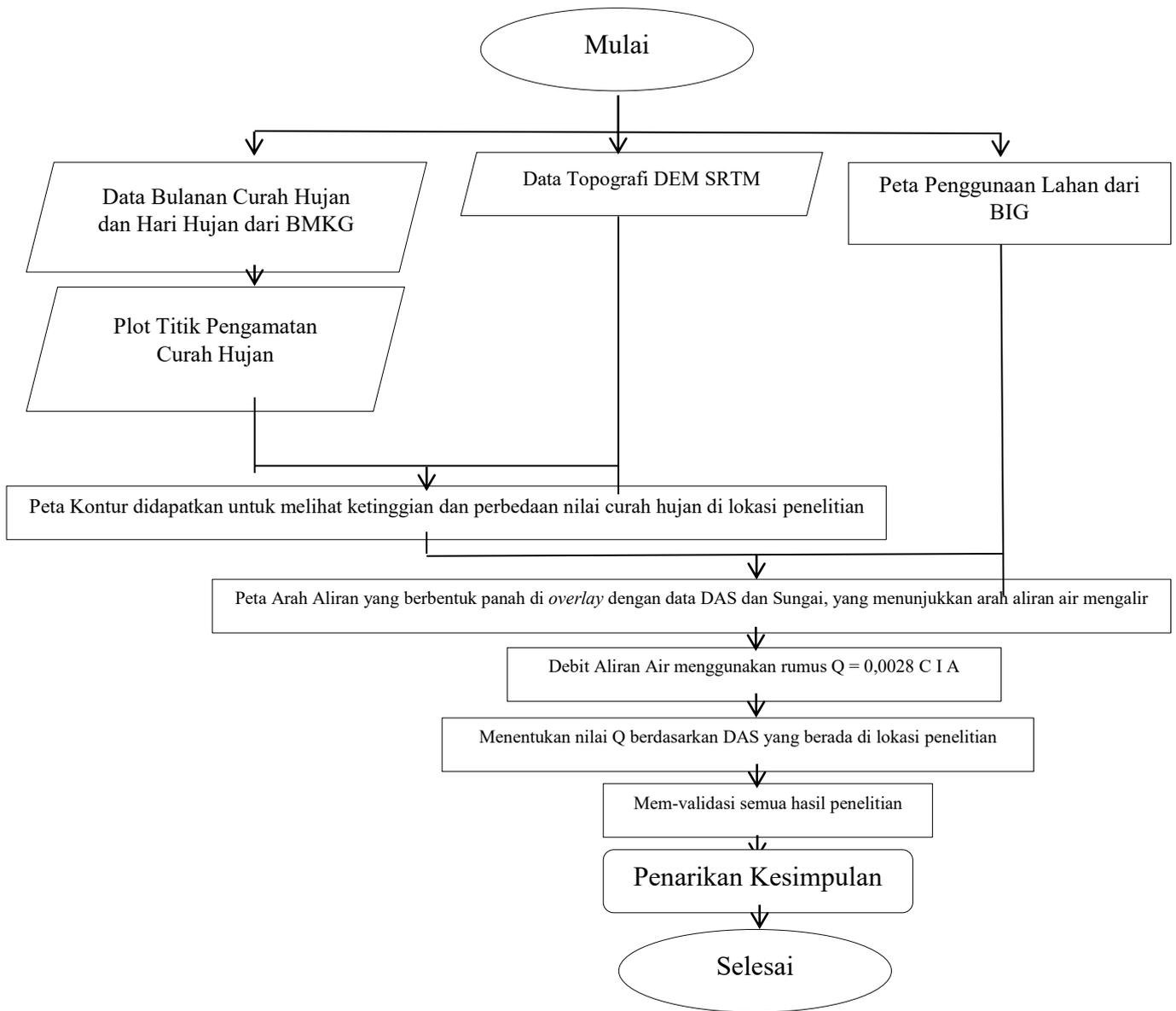
Ci = Koefisien aliran menurut tata guna lahan berdasarkan DAS

Ii = Intensitas Curah Hujan berdasarkan DAS (mm/bulan)

Ai = Luas daerah aliran berdasarkan DAS (Ha)

A = Luas daerah aliran (Ha)

III.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

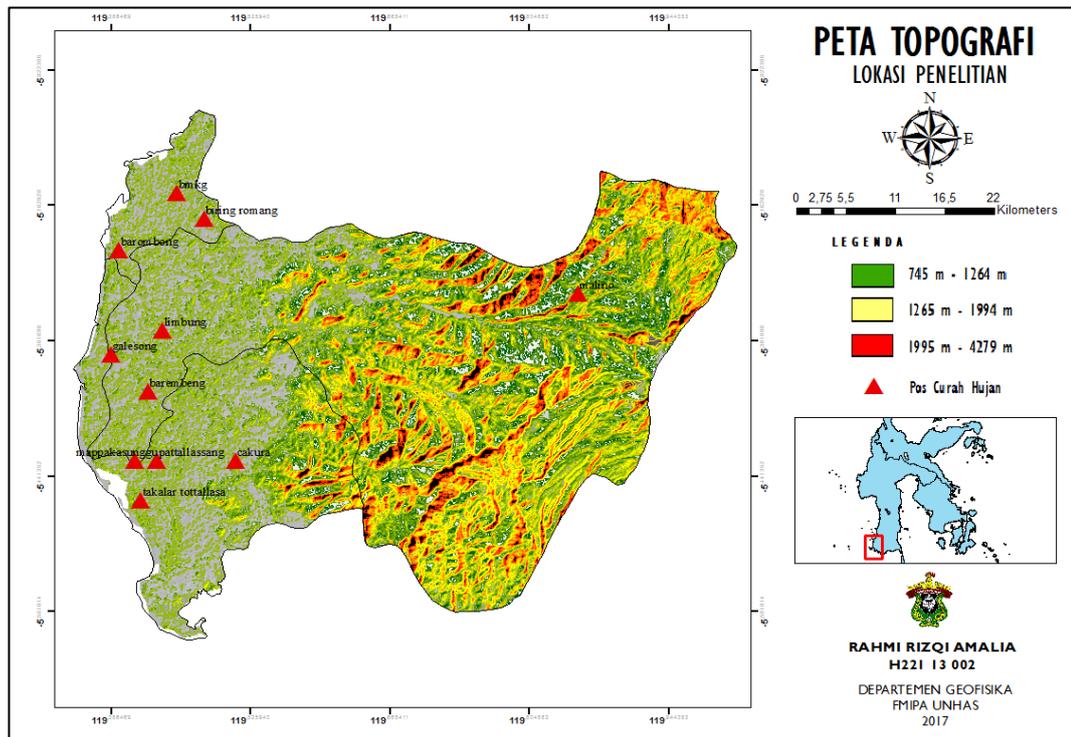
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui arah aliran di Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar dari tahun 2012 hingga 2017. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang berupa data topografi yang meliputi Kota Makassar, Kabupaten Gowa, dan Kabupaten Takalar dan data curah hujan periode 2012 hingga 2017.

IV. 1 Peta Kontur Topografi Lokasi Penelitian

Data topografi yang didapatkan bersumber dari LAPAN resolusi 30 m – 1 Arc-Second. Luas wilayahnya kurang lebih 2648,77 km². Dari data topografi tersebut maka dapat dibuat peta kontur topografi seperti pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Peta Topografi Lokasi Penelitian

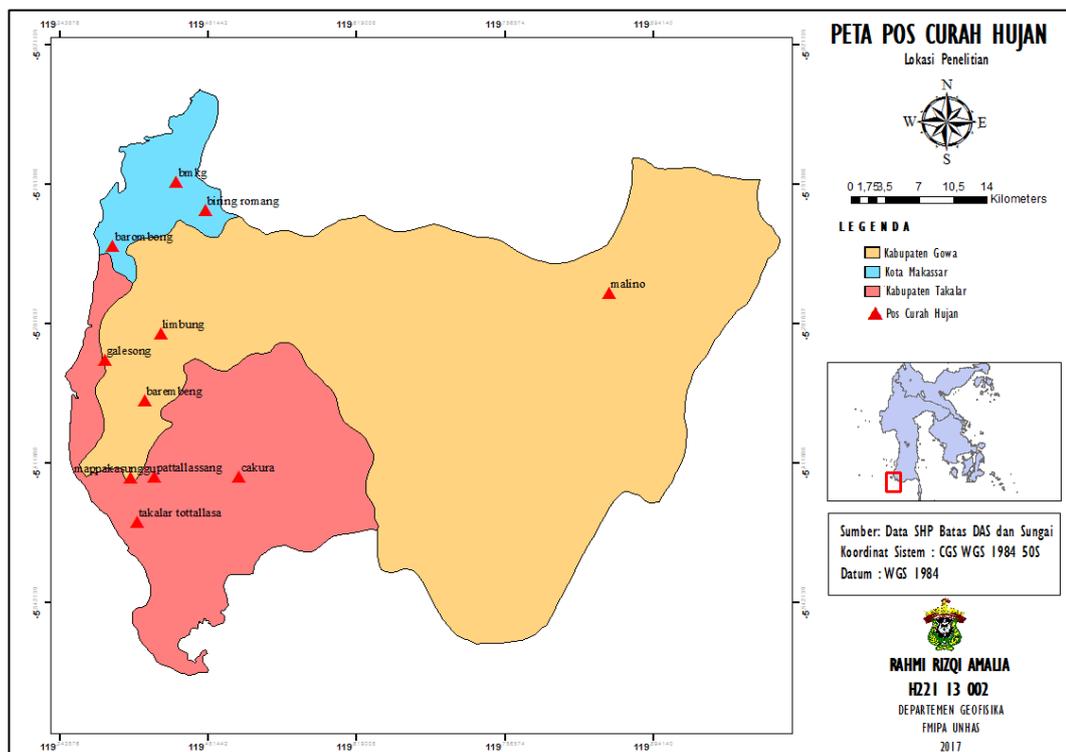
Dari **Gambar 4.1** dapat dilihat bahwa topografi wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa, dan Kabupaten Takalar relatif landai berada pada ketinggian 745 meter sampai 4279 meter dari ellipsoid bumi. Pada **Gambar 4.1** ditunjukkan daerah terendah berwarna hijau dengan ketinggian 745 meter sampai 1264 meter, sedangkan daerah tertingginya ditunjukkan dengan warna merah dengan ketinggian 1995 meter sampai 4279 meter.

IV. 2 Peta Pos Curah Lokasi Penelitian

Data curah hujan yang didapatkan bersumber dari BMKG periode 2012 hingga 2017 di wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar. Dimana ada 11 stasiun curah hujan di wilayah tersebut, yaitu Kantor BBMKG Wilayah IV Panaikang Makassar, Pos Hujan Barombong Makassar, Pos Hujan

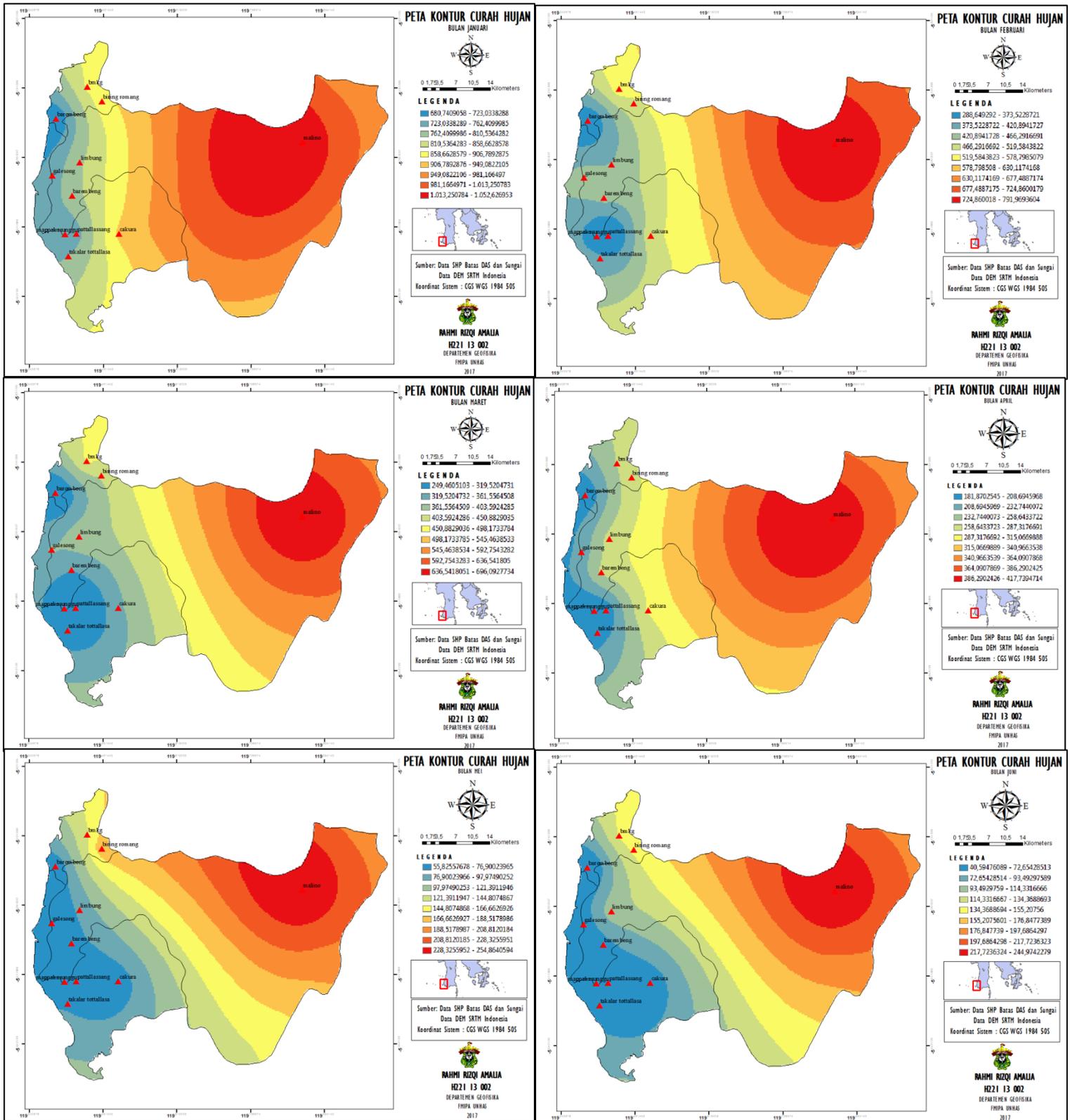
Biring Romang Makassar, Pos Hujan Malino Kabupaten Gowa, Pos Hujan Limbung Kabupaten Gowa, Pos Hujan Barembeng Kabupaten Gowa, Pos Hujan Cakura Kabupaten Takalar, Pos Hujan Mappakasunggu Kabupaten Takalar, Pos Hujan Pattalassang Kabupaten Takalar, Pos Hujan Galesong Kabupaten Takalar dan Pos Hujan Takalar Tottallasa Kabupaten Takalar.

Langkah pertama sebelum membuat peta kontur curah hujan di lokasi penelitian yaitu membuat peta Pos curah hujan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.2**

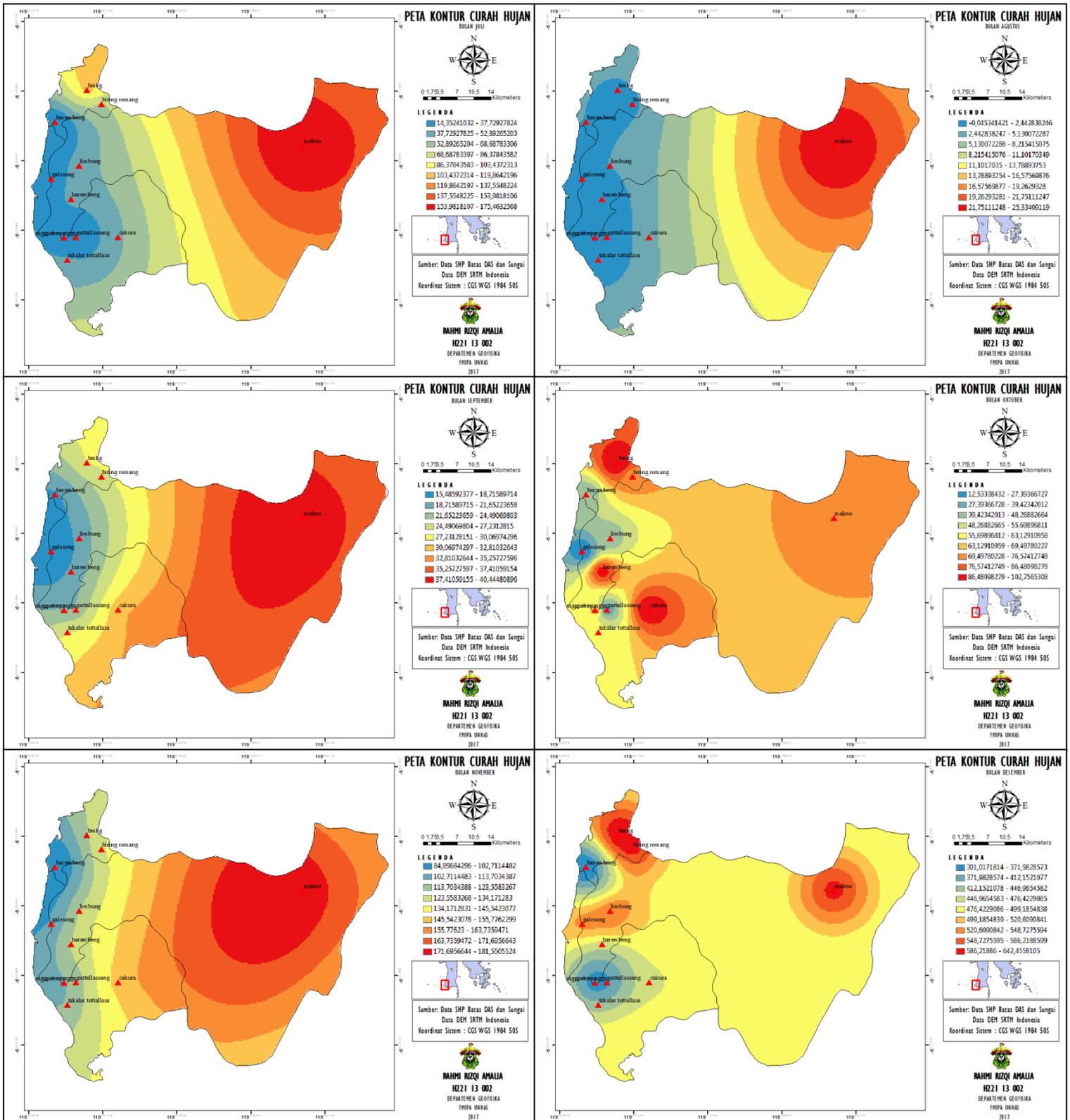


Gambar 4.2 Peta Pos Curah Hujan Lokasi Penelitian

Setelah mengetahui lokasi stasiun-stasiun curah hujan, maka dapat dibuat peta kontur curah hujan yang dihasilkan dari *overlay* data topografi dan data curah hujan.



Gambar 4.3 (a) Peta Kontur Curah Hujan Bulan Januari, Bulan Februari, Bulan Maret, Bulan April, Bulan Mei dan Bulan Juni.

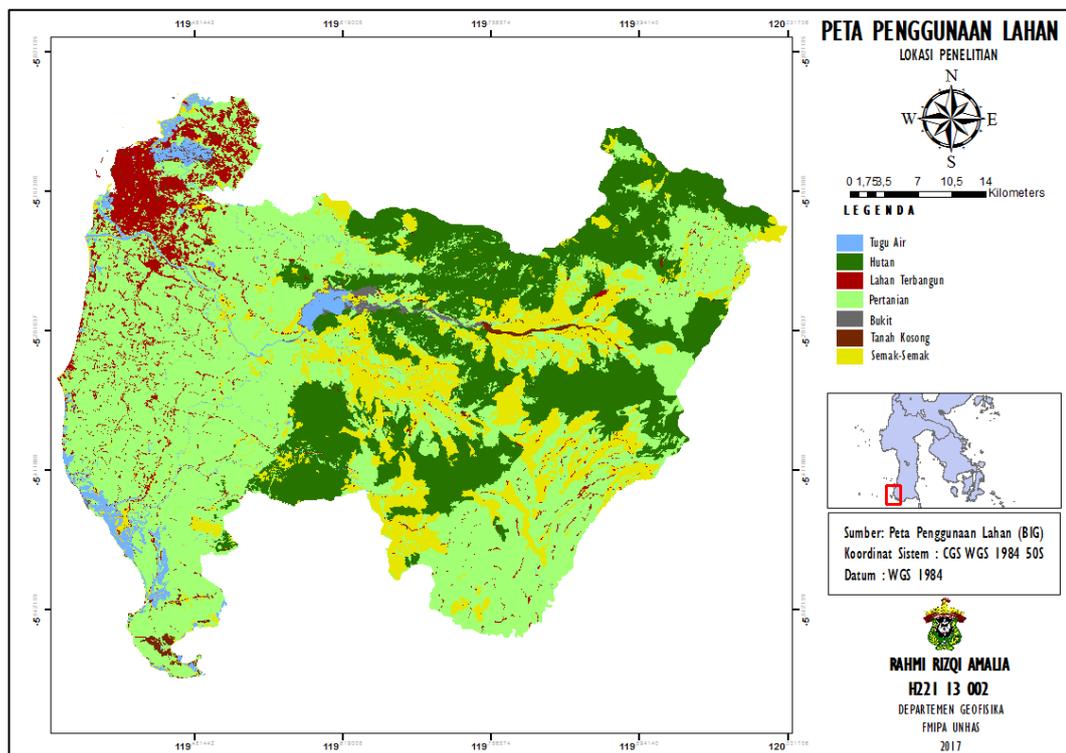


Gambar 4.3 (b) Peta Kontur Curah Hujan Bulan Juli, Bulan Agustus, Bulan September, Bulan Oktober, Bulan November, Bulan Desember.

Pada **Gambar 4.3 (a)** dan **Gambar 4.3 (b)** dapat dilihat bahwa kontur curah hujan terendah diwakilkan dengan warna biru tua dan kontur curah hujan tertinggi diwakilkan dengan warna merah. Setiap bulan mempunyai perbedaan kontur curah hujan masing-masing, seperti terlihat pada **Gambar 4.3 (a)** dan **Gambar 4.3 (b)** diatas. Pada bulan Januari, kontur curah hujan terendah sebesar 680,74 mm hingga dan kontur curah hujan tertinggi sebesar hingga 1.053 mm. Pada bulan Februari, kontur curah hujan terendah sebesar 288,65 mm hingga dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 791,97 mm. Pada bulan Maret, kontur curah hujan terendah sebesar 249,46 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 696,10 mm. Pada bulan April, kontur curah hujan terendah sebesar 181,87 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 417,74 mm. Pada bulan Mei, kontur curah hujan terendah sebesar 55,83 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 254,86 mm. Pada bulan Juni, kontur curah hujan terendah sebesar 40,59 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 244,97 mm. Pada bulan Juli, kontur curah hujan terendah sebesar 14,35 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 175,46 mm. Pada bulan Agustus, kontur curah hujan terendah sebesar 2,44 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 25,33 mm. Pada bulan September, kontur curah hujan terendah sebesar 15,48 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 40,44 mm. Pada bulan Oktober, kontur curah hujan terendah sebesar 12,53 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 102,76 mm. Pada bulan November, kontur curah hujan terendah sebesar 84,90 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 181,55 mm. Pada bulan Desember, kontur curah hujan terendah sebesar 301,02 mm dan kontur curah hujan tertinggi sebesar 642,45 mm.

IV.3 Peta Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan faktor yang berhubungan langsung dengan arah aliran. Arah aliran sangat dipengaruhi jenis penggunaan lahan. Berikut peta penggunaan lahan Kota Makassar, Kabupaten Gowa, Kabupaten Takalar.



Gambar 4.4 Peta Penggunaan Lahan

Tabel 4.1 Tabel Penggunaan Lahan di Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar

Jenis Penggunaan Lahan	Nilai C	Luas (Ha)	Luas (%)
Lahan Terbuka	0,015	1.932	0,76
Semak-Semak	0,016	37.659	14,85
Tugu Air	0,01	8.815	3,48
Pertanian	0,026	127.523	50,29
Bukit	0,041	1.133	0,45
Lahan Terbangun	0,059	14.299	5,64
Hutan	0,07	62.189	24,53
TOTAL		253.550	100,00

Berdasarkan pada **Tabel 4.1** dan **Gambar 4.4** dapat dilihat sebagian besar wilayah lokasi penelitian merupakan wilayah yang digunakan oleh Pertanian dengan luasnya mencapai 127.523 Ha atau 50,29% dari total luas wilayah lokasi penelitian, yang merupakan wilayah yang berpotensi tinggi sebagai arah aliran.

IV.4 Distribusi Curah Hujan dan Hari Hujan

IV.4.1 Distribusi Curah Hujan

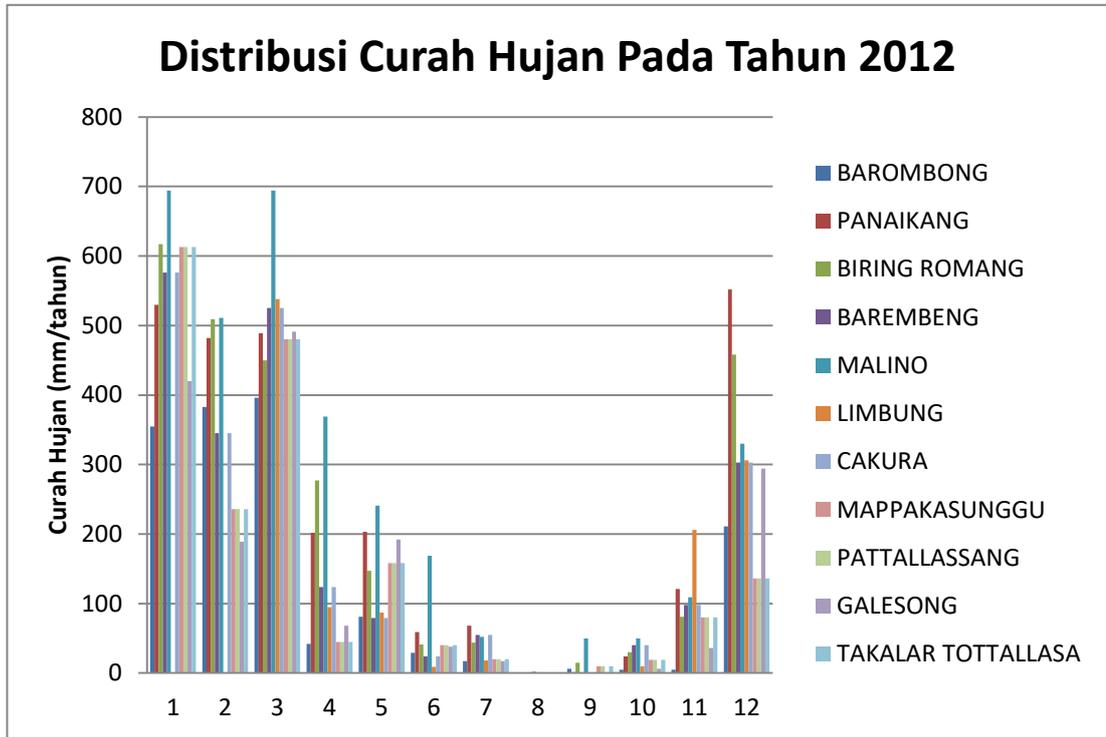
➤ Curah Hujan

- Pada tahun 2012 memperlihatkan bahwa nilai curah hujan terendah adalah 1269 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Barembeng Kabupaten Gowa, sedangkan nilai curah hujan tertinggi adalah 3271 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Limbung Kabupaten Gowa, rentang nilai tersebut termasuk

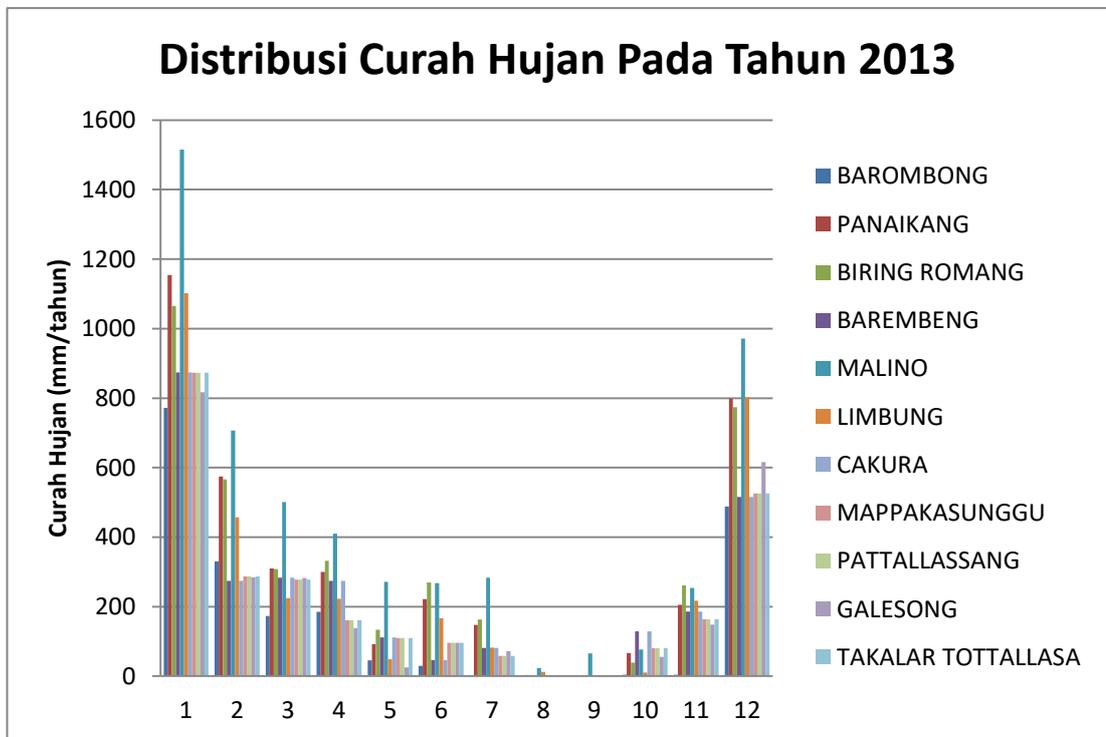
dalam kelas hujan rendah sampai hujan tinggi. Distribusi curah hujan tahun 2012 dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.

- Pada tahun 2013 memperlihatkan bahwa nilai curah hujan terendah adalah 2033 mm yang terjadi di lokasi Kantor BBMKG Wilayah IV Panaikang Makassar, sedangkan nilai curah hujan tertinggi adalah 5346 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Limbung Kabupaten Gowa, rentang nilai tersebut termasuk dalam kelas hujan sedang sampai hujan tinggi. Distribusi curah hujan tahun 2013 dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.
- Pada tahun 2014 memperlihatkan bahwa nilai curah hujan terendah adalah 1236 mm yang terjadi di lokasi Kantor BBMKG Wilayah IV Panaikang Makassar, sedangkan nilai curah hujan tertinggi adalah 3765 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Limbung Kabupaten Gowa, rentang nilai tersebut termasuk dalam kelas hujan rendah sampai hujan tinggi. Distribusi curah hujan tahun 2014 dapat dilihat pada **Gambar 4.7**.
- Pada tahun 2015 memperlihatkan bahwa nilai curah hujan terendah adalah 1276 mm yang terjadi di lokasi Kantor BBMKG Wilayah IV Panaikang Makassar, sedangkan nilai curah hujan tertinggi adalah 4048 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Limbung Kabupaten Gowa, rentang nilai tersebut termasuk dalam kelas hujan rendah sampai hujan tinggi. Distribusi curah hujan tahun 2015 dapat dilihat pada **Gambar 4.8**.

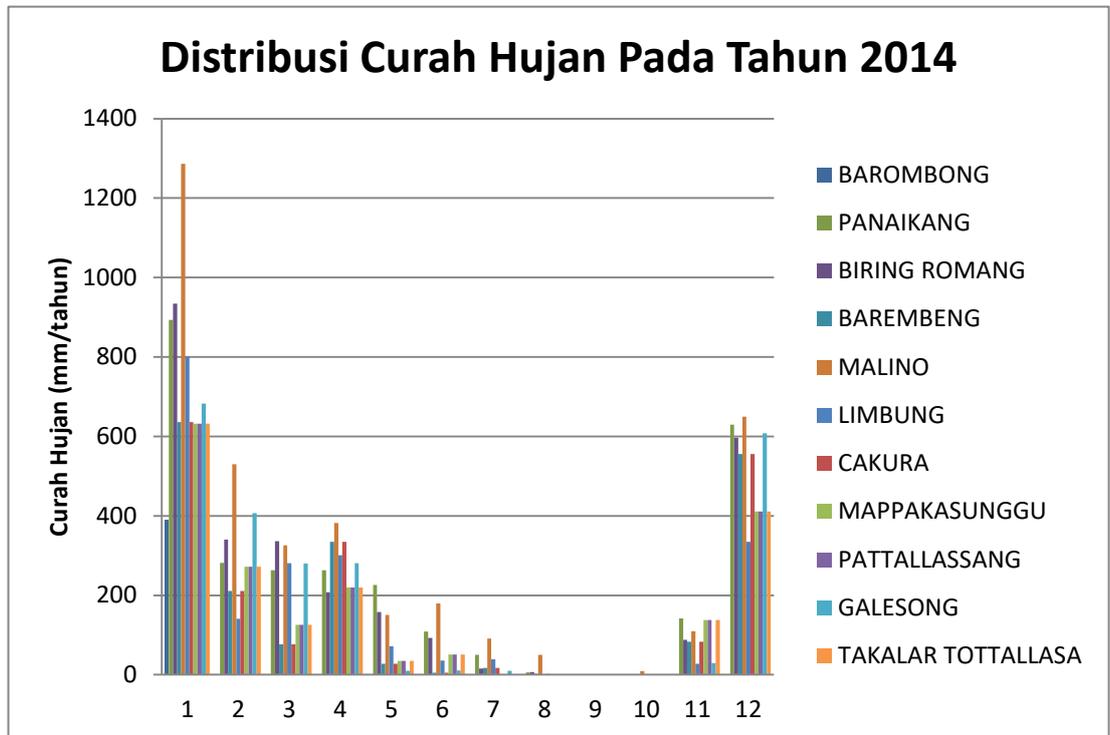
- Pada tahun 2016 memperlihatkan bahwa nilai curah hujan terendah adalah 605 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Pattalassang Kabupaten Takalar, sedangkan nilai curah hujan tertinggi adalah 4106 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Limbung Kabupaten Gowa, rentang nilai tersebut termasuk dalam kelas hujan rendah sampai hujan tinggi. Distribusi curah hujan tahun 2016 dapat dilihat pada **Gambar 4.9**.
- Dan pada tahun 2017 memperlihatkan bahwa nilai curah hujan terendah adalah 327 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Pattalassang, sedangkan nilai curah hujan tertinggi adalah 3089 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Cakura Kabupaten Takalar, rentang nilai tersebut termasuk dalam kelas hujan rendah sampai hujan tinggi. Distribusi curah hujan tahun 2017 dapat dilihat pada **Gambar 4.10**.



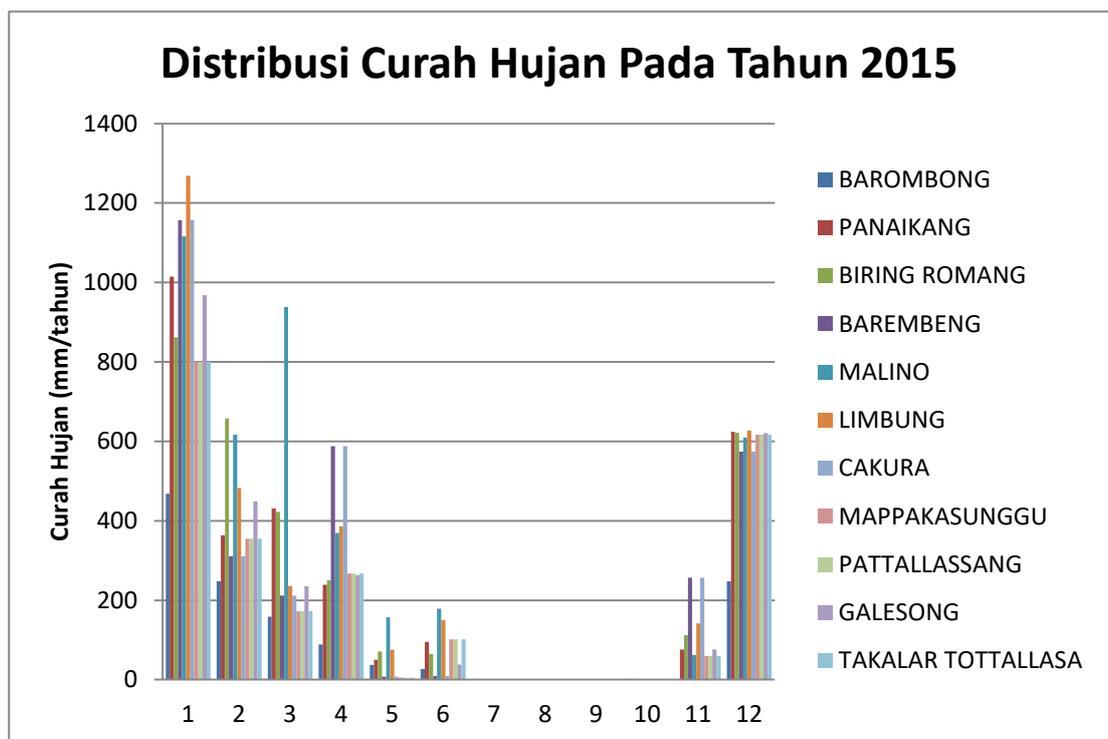
Gambar 4.5 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2012



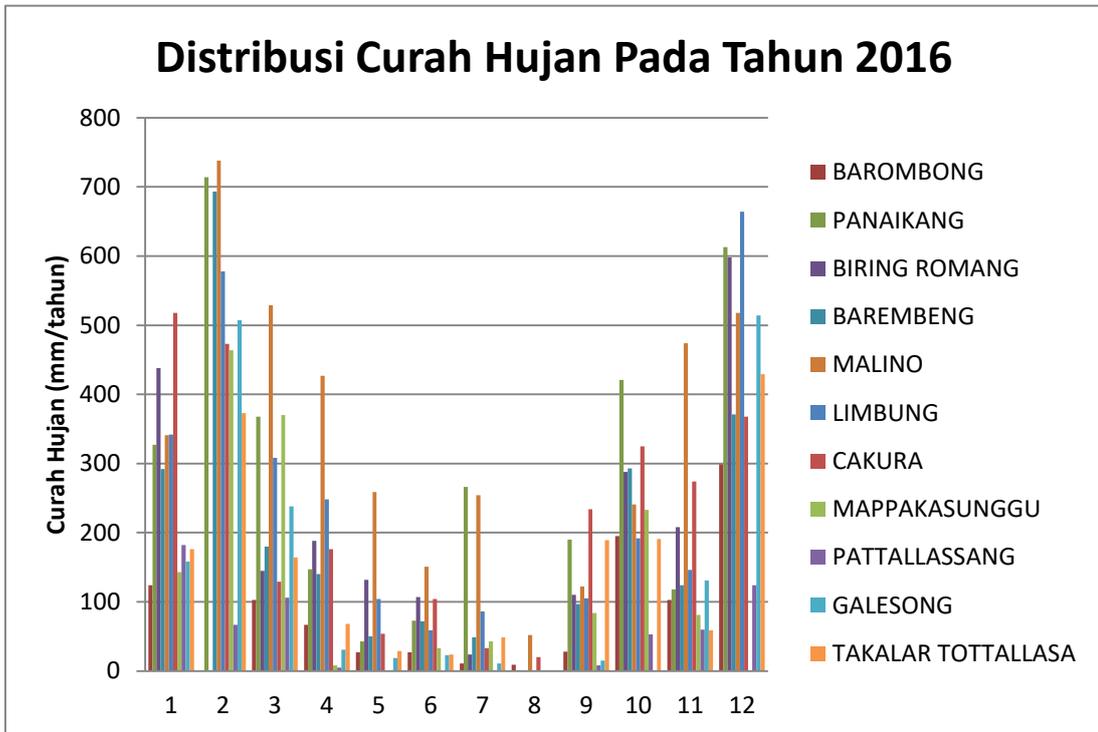
Gambar 4.6 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2013



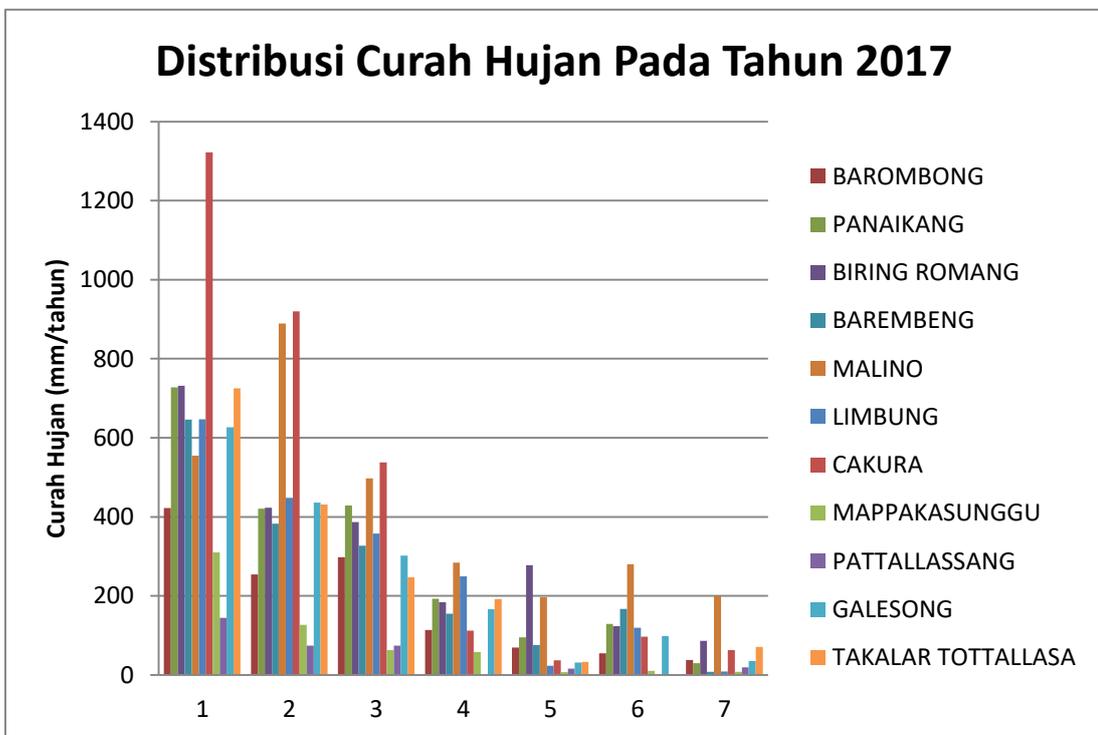
Gambar 4.7 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2014



Gambar 4.8 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2015



Gambar 4.9 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2016



Gambar 4.10 Histogram Distribusi Curah Hujan pada Tahun 2017

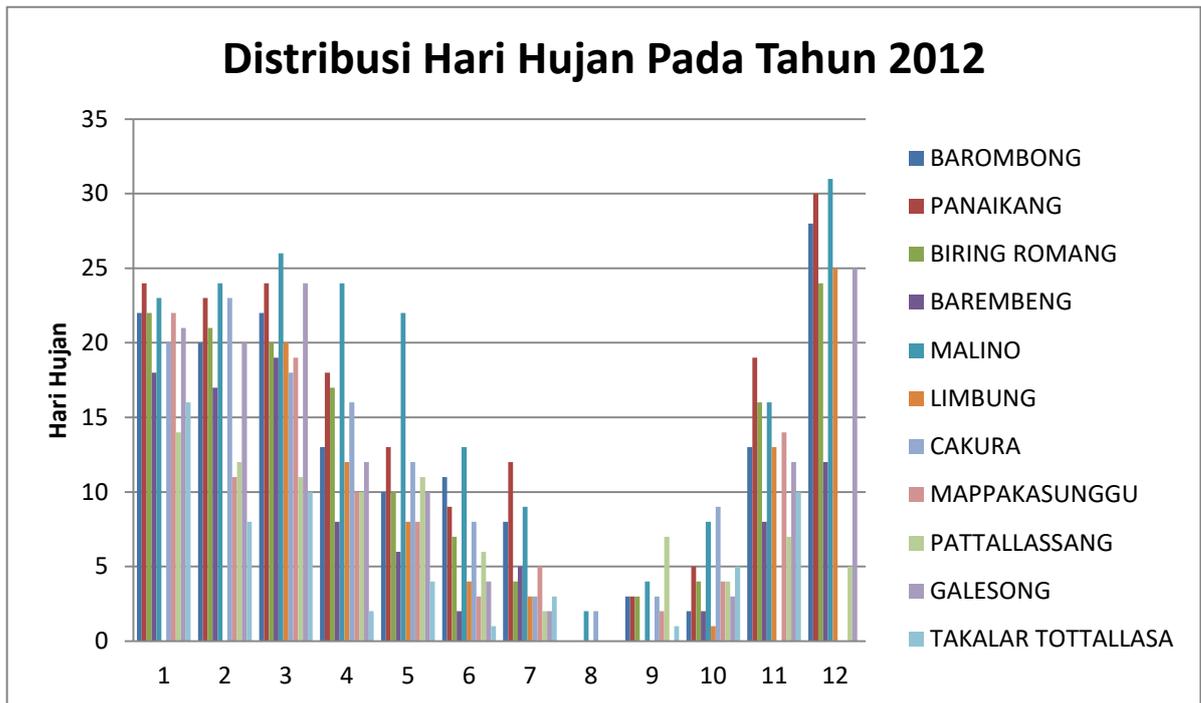
IV.4.2 Distribusi Hari Hujan

➤ Hari Hujan

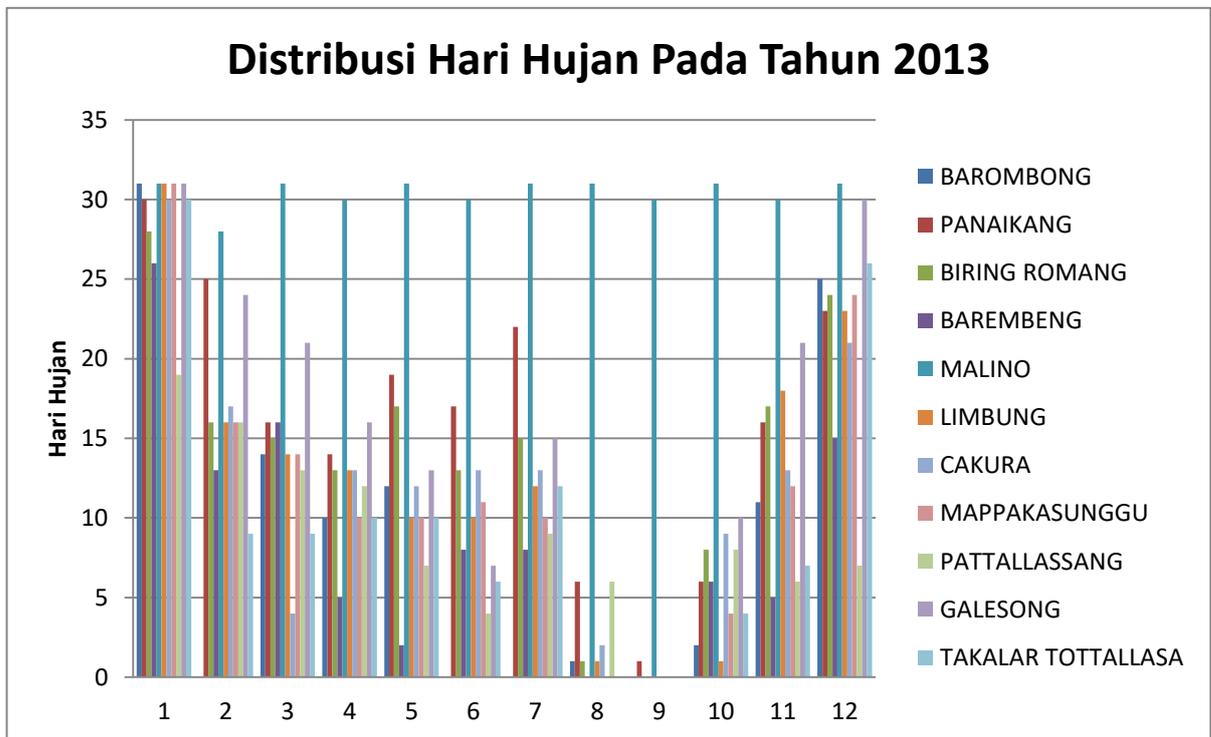
- Pada tahun 2012 memperlihatkan bahwa nilai hari hujan terendah adalah 60 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Takalar Tottallasa Kabupaten Takalar, sedangkan nilai hari hujan tertinggi adalah 202 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Malino Kabupaten Gowa. Distribusi hari hujan tahun 2012 dapat dilihat pada **Gambar 4.11**.
- Pada tahun 2013 memperlihatkan bahwa nilai hari hujan terendah adalah 102 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Barombong Kota Makassar, sedangkan nilai hari hujan tertinggi adalah 359 mm yang terjadi di lokasi Pos Hujan Malino Kabupaten Gowa. Distribusi hari hujan tahun 2013 dapat dilihat pada **Gambar 4.12**.
- Pada tahun 2014 memperlihatkan bahwa nilai hari hujan terendah adalah 73 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Pattalassang Kabupaten Takalar, sedangkan nilai hari hujan tertinggi adalah 188 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Malino Kabupaten Gowa. Distribusi hari hujan tahun 2014 dapat dilihat pada **Gambar 4.13**.
- Pada tahun 2015 memperlihatkan bahwa nilai hari hujan terendah adalah 64 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Takalar Tottallasa Kabupaten Takalar , sedangkan nilai hari

hujan tertinggi adalah 162 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Barombong Kota Makassar. Distribusi hari hujan tahun 2015 dapat dilihat pada **Gambar 4.14**.

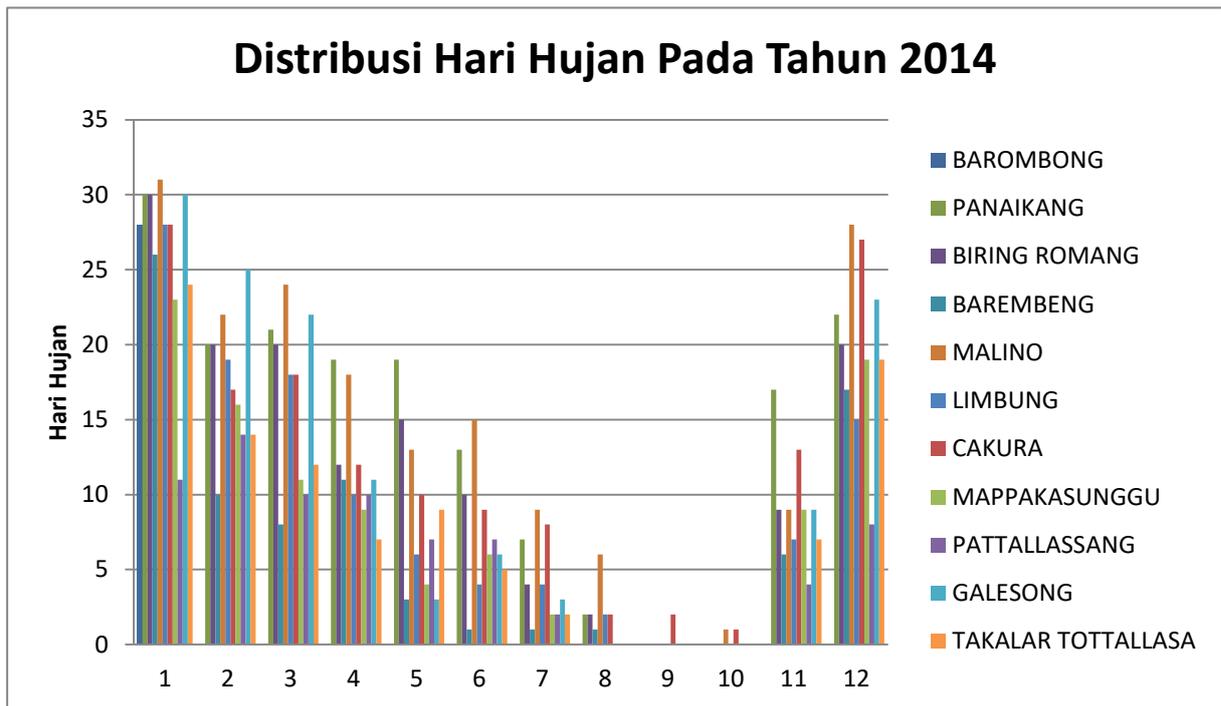
- Pada tahun 2016 memperlihatkan bahwa nilai hari hujan terendah adalah 98 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Pattallassang Kabupaten Takalar, sedangkan nilai hari hujan tertinggi adalah 228 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Malino Kabupaten Gowa. Distribusi hari hujan tahun 2016 dapat dilihat pada **Gambar 4.15**.
- Dan pada tahun 2017 memperlihatkan bahwa nilai hari hujan terendah adalah 27 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Mappakasunggu Kabupaten Takalar, sedangkan nilai hari hujan tertinggi adalah 146 hari yang terjadi di lokasi Pos Hujan Malino Kabupaten Gowa. Distribusi hari hujan tahun 2017 dapat dilihat pada **Gambar 4.16**



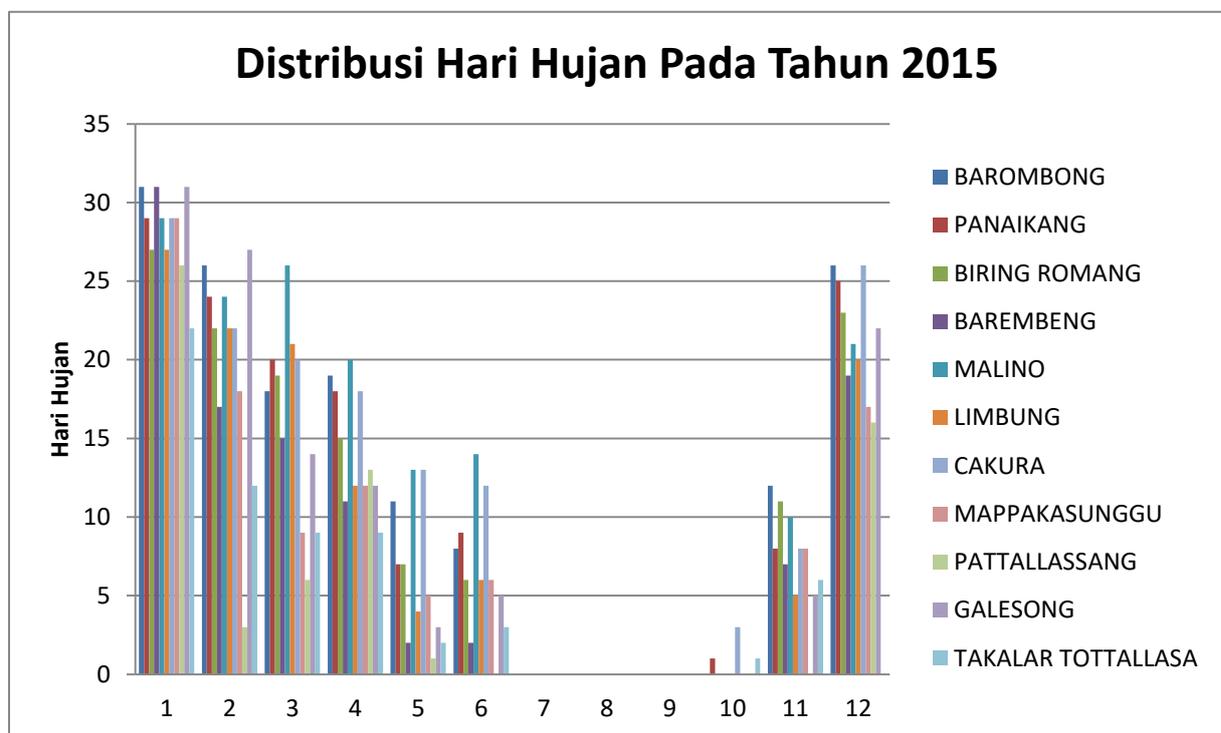
Gambar 4.11 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2012



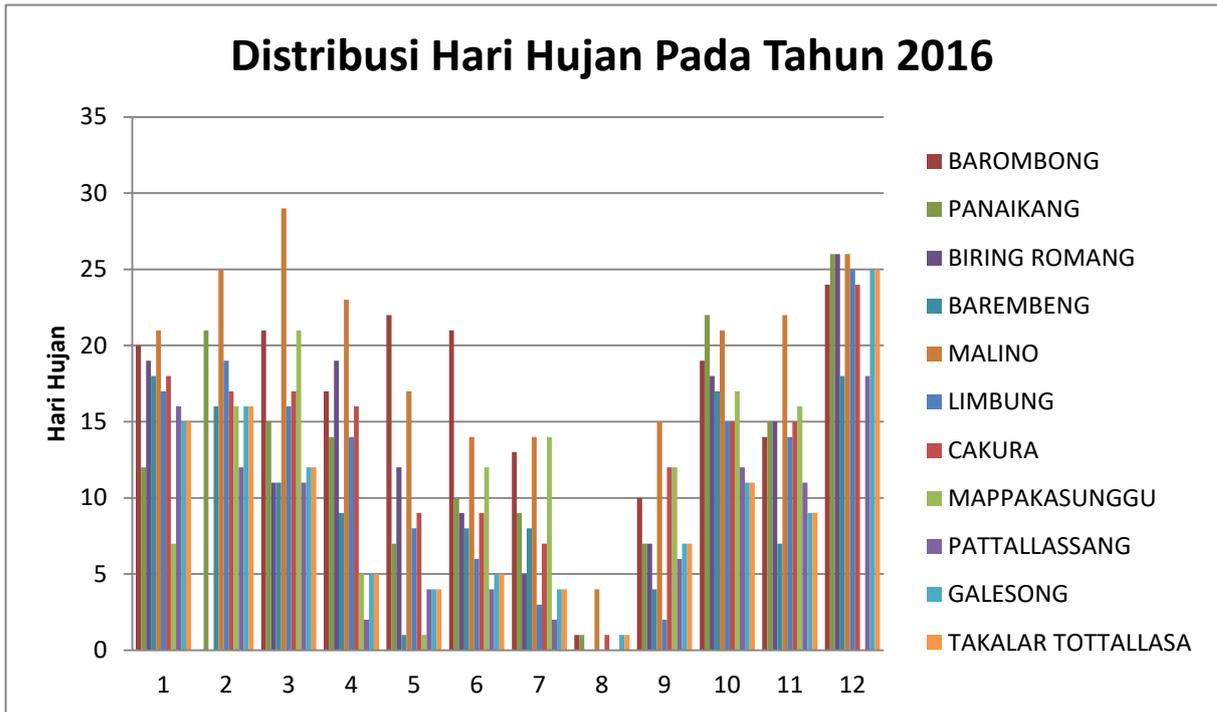
Gambar 4.12 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2013



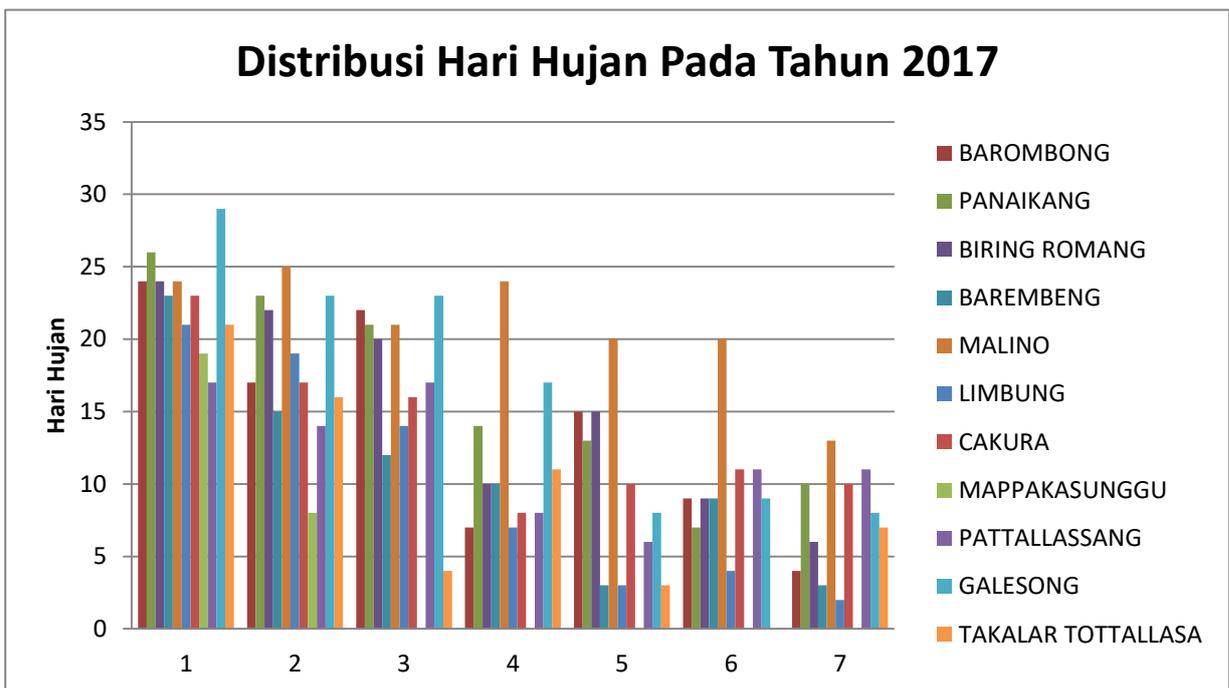
Gambar 4.13 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2014



Gambar 4.14 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2015



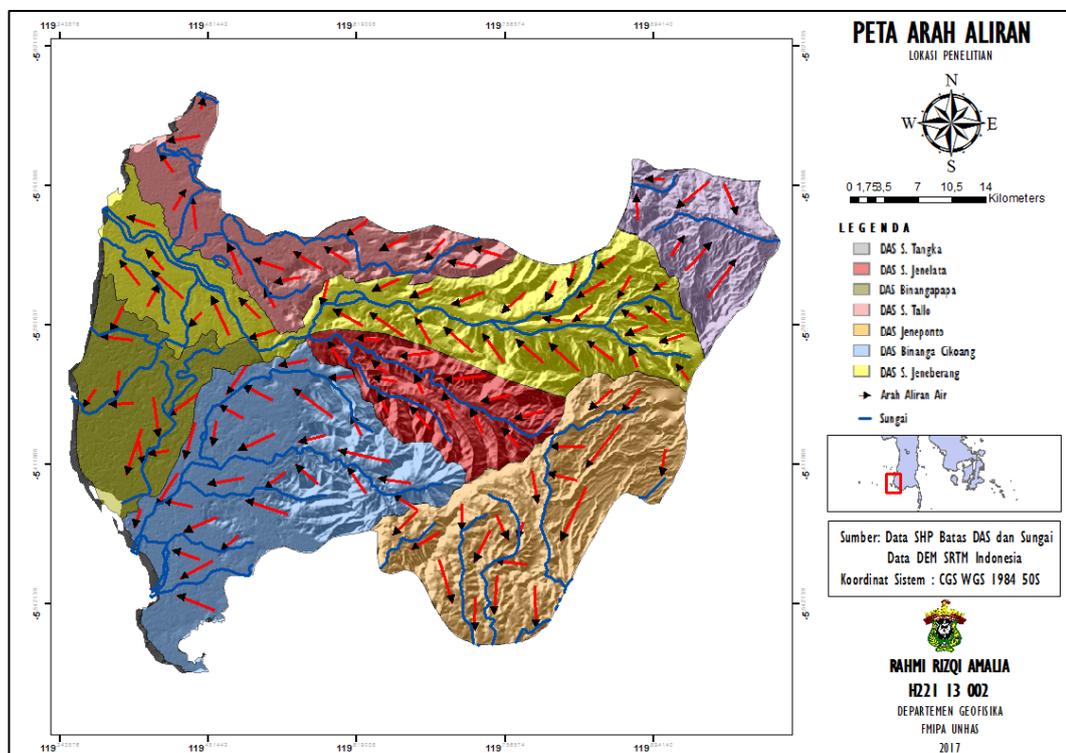
Gambar 4.15 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2016



Gambar 4.16 Histogram Distribusi Hari Hujan pada Tahun 2017

IV.5 Peta Arah Aliran

Hasil pemetaan dapat dilihat bahwa arah aliran wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa, dan Kabupaten Takalar cenderung mengalir ke dataran rendah yang berupa sungai-sungai dan cabangnya.. Pada **Gambar 4.17**, panah menunjukkan arah aliran sedangkan garis berwarna biru menunjukkan sungai dan cabang-cabangnya, terdapat 7 DAS yang diwakilkan dengan berbagai warna yaitu DAS Sungai Jeneberang diwakilkan dengan warna kuning, DAS Sungai Jenelata diwakilkan dengan warna merah, DAS Binangapapa diwakilkan dengan warna hijau tua, DAS Sungai Tallo diwakilkan dengan warna ungu, DAS Binanga Cikoang diwakilkan dengan warna biru, DAS Sungai Tangka diwakilkan dengan warna abu-abu dan DAS Jene Ponto diwakilkan dengan warna oranye.



Gambar 4.17 Peta Arah Aliran Lokasi Penelitian

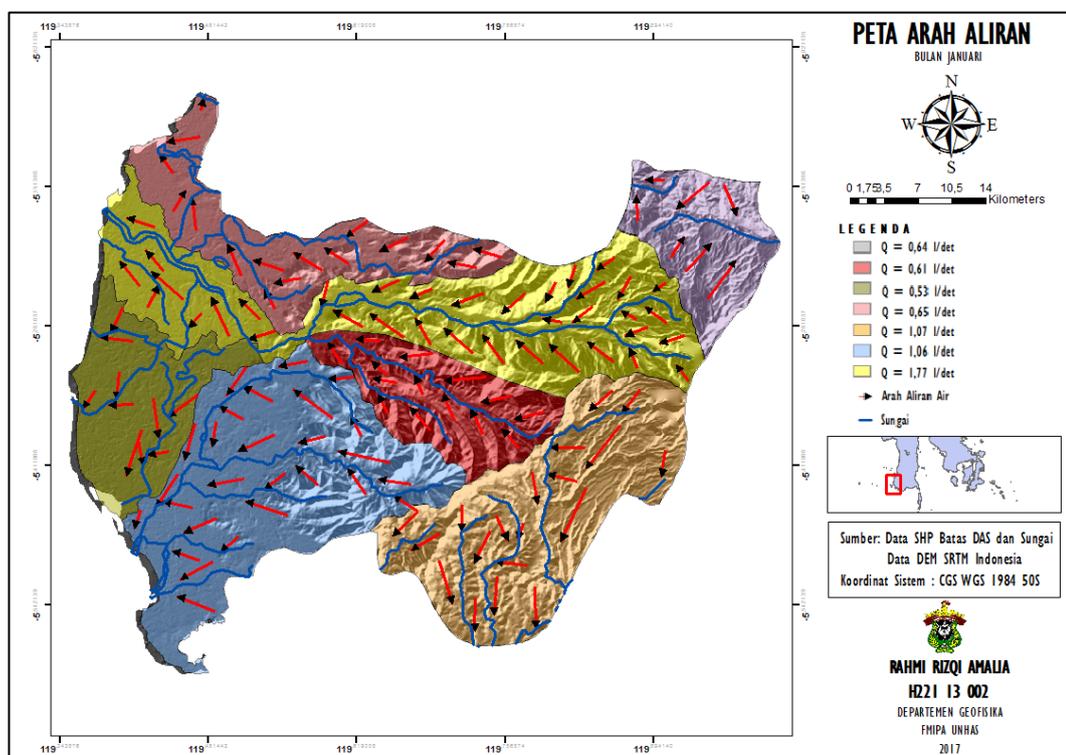
IV.6 Debit Aliran Air

Tabel 4.2 Debit Aliran Air (l/detik)

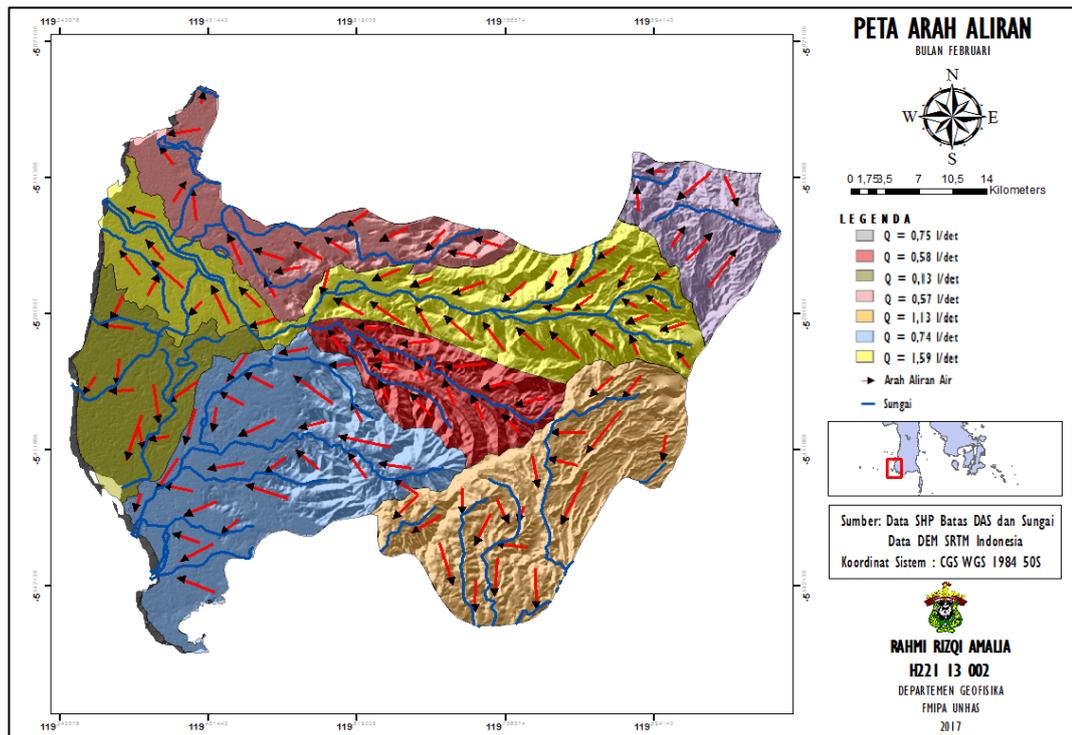
Nama DAS	Q (l/det)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
DAS S. Jeneberang	1,77	1,6	1,43	1,572	1,5	1,58	1,4	1,31	1,5	1,2	1,6	1,09
DAS S. Jenelata	0,61	0,6	0,47	0,58	0,5	0,47	0,5	0,44	0,6	0,4	0,6	0,3
DAS S. Tangka	0,64	0,8	0,7	0,67	0,7	0,73	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,37
DAS Binanga Cikoang	1,04	0,7	0,58	0,844	0,5	0,52	0,7	0,55	1,1	1,1	1,2	0,74
DAS S. Tallo	0,65	0,6	0,55	0,578	0,7	0,63	0,6	0,35	0,6	0,7	0,6	0,6
DAS Jeneponto	1,07	1,1	0,94	1	0,8	0,89	1	0,92	1,2	0,8	1,1	0,6
DAS Binangapapa	0,53	0,1	0,12	0,14	0,1	0,09	0,1	0,07	0,1	0,2	0,2	0,24

Pada **Tabel 4.2** dapat dilihat apabila dibandingkan berdasarkan lokasi DAS nilai debit maksimum ada pada lokasi DAS Sungai Jeneberang yang ditandai dengan warna biru, sedangkan nilai debit minimum ada pada lokasi DAS Binangapapa yang ditandai dengan warna oranye. Sedangkan apabila dibandingkan berdasarkan bulan, nilai debit aliran beragam. Pada DAS Sungai Jeneberang nilai debit maksimum ada pada bulan Januari dengan nilai 1,77 l/detik dan nilai debit minimum ada pada bulan Desember dengan nilai 1,09 l/detik. Pada DAS Sungai Jenelata nilai debit maksimum ada pada bulan Januari dengan nilai 0,61 l/detik dan nilai debit minimum ada pada bulan Desember dengan nilai 0,3 l/detik. Pada DAS Sungai Tangka nilai debit maksimum ada pada bulan Februari dengan nilai 0,8 l/detik dan nilai debit minimum ada pada bulan Desember dengan nilai 0,37 l/detik. Pada DAS Binanga Cikoang nilai debit maksimum ada pada bulan November dengan nilai 1,2 l/detik dan nilai debit minimum ada pada bulan Mei dengan nilai 0,5 l/detik. Pada DAS Sungai Tallo nilai debit maksimum ada pada

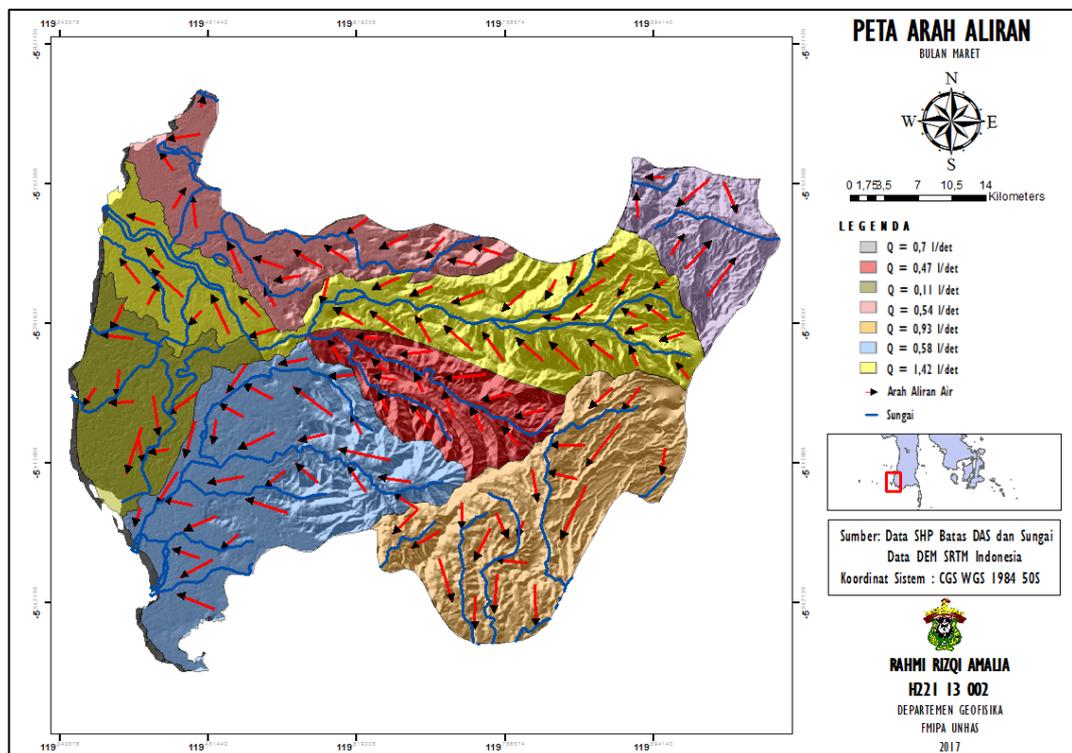
bulan Mei dengan nilai 0,7 l/detik dan nilai debit minimum ada pada bulan Agustus dengan nilai 0,35 l/detik. Pada DAS Jeneponto nilai debit maksimum ada pada bulan September dengan nilai 1,2 l/detik dan nilai debit minimum ada pada bulan Desember dengan nilai 0,6 l/detik. Dan pada DAS Binangapapa nilai debit maksimum ada pada bulan Januari dengan nilai 0,53 l/detik dan nilai debit minimum ada pada bulan Agustus dengan nilai 0,07 l/detik.



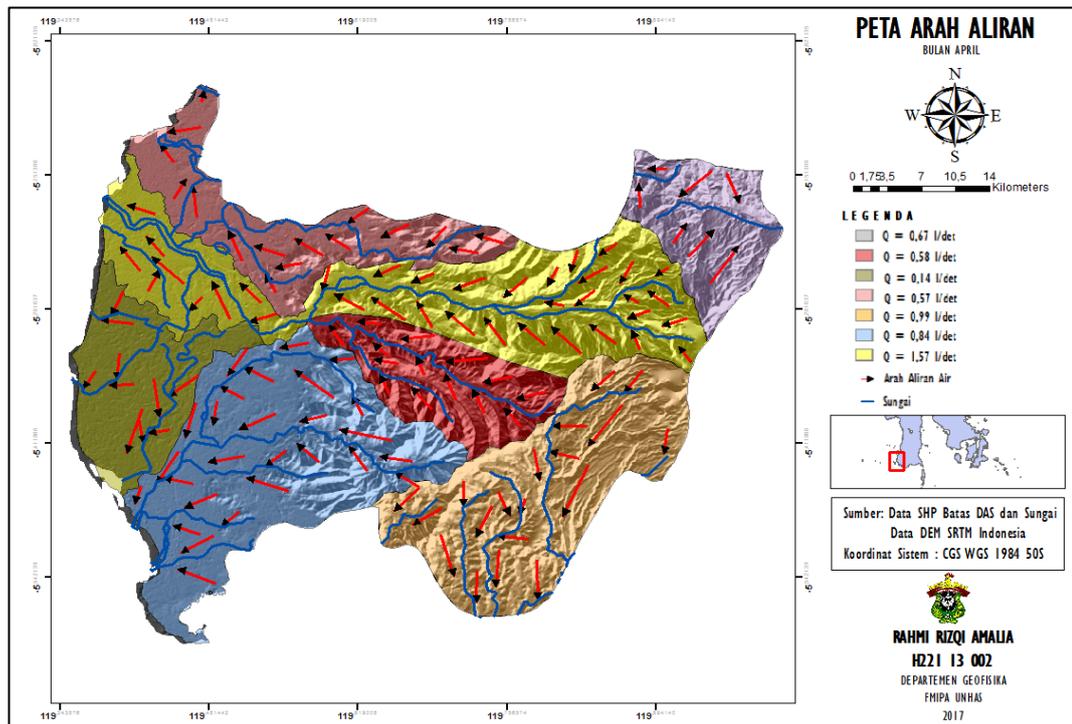
Gambar 4.18 (a) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Januari



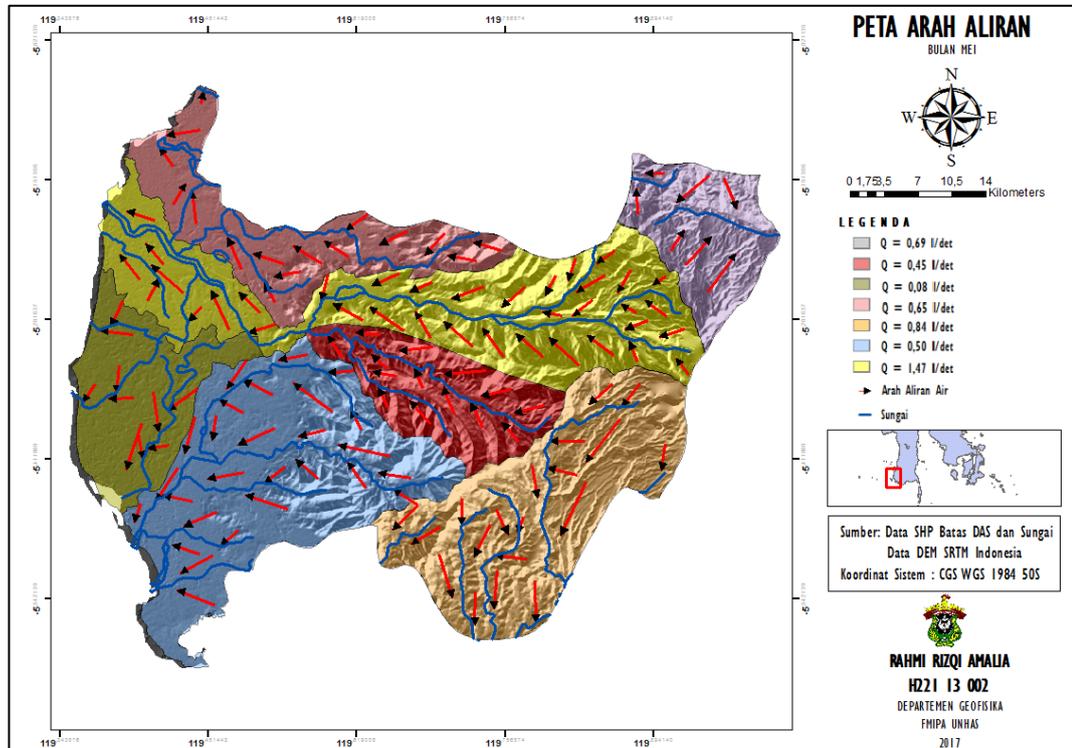
Gambar 4.18 (b) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Februari



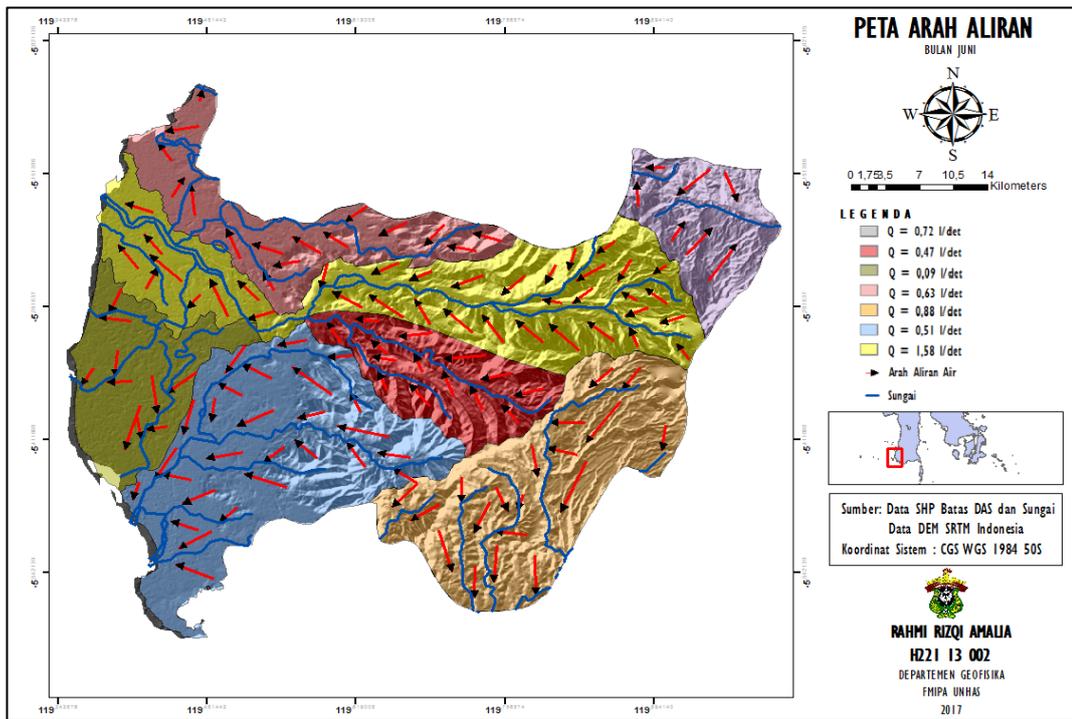
Gambar 4.18 (c) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Maret



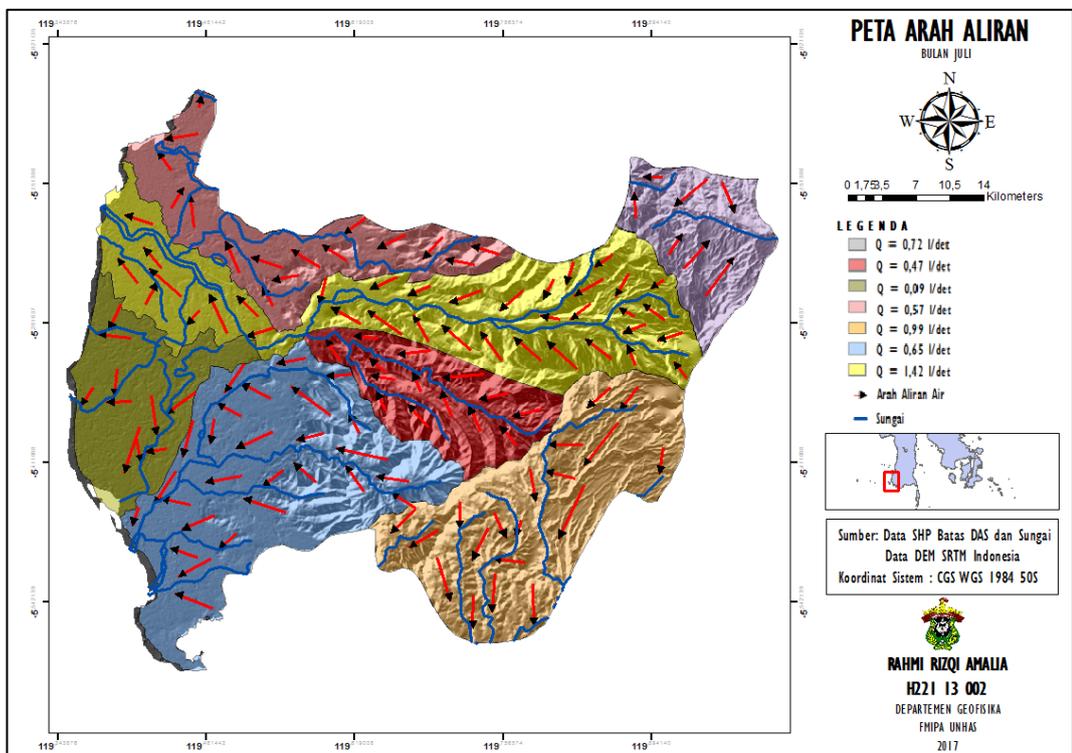
Gambar 4.18 (d) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan April



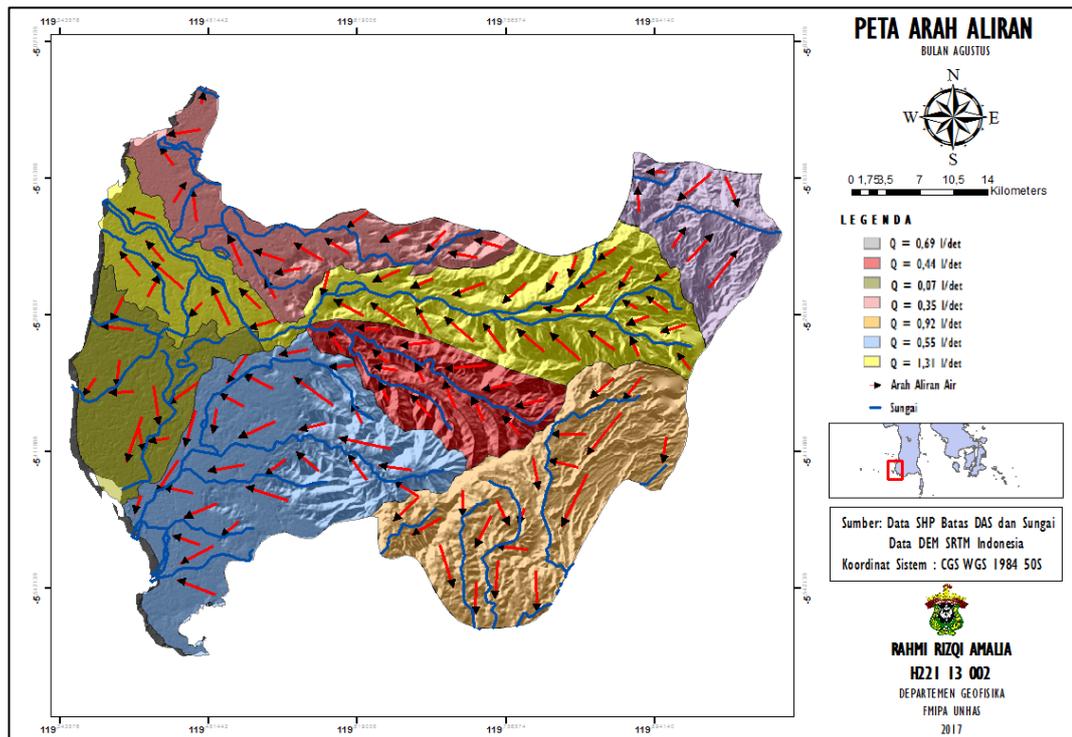
Gambar 4.18 (e) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Mei



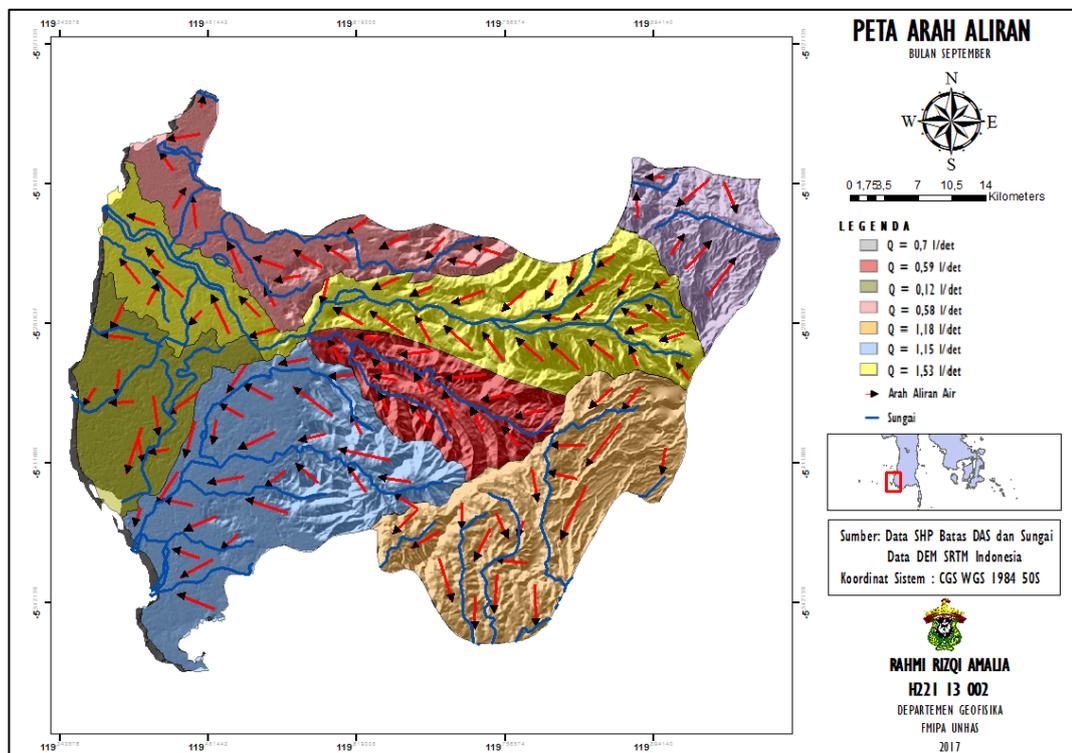
Gambar 4.18 (f) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Juni



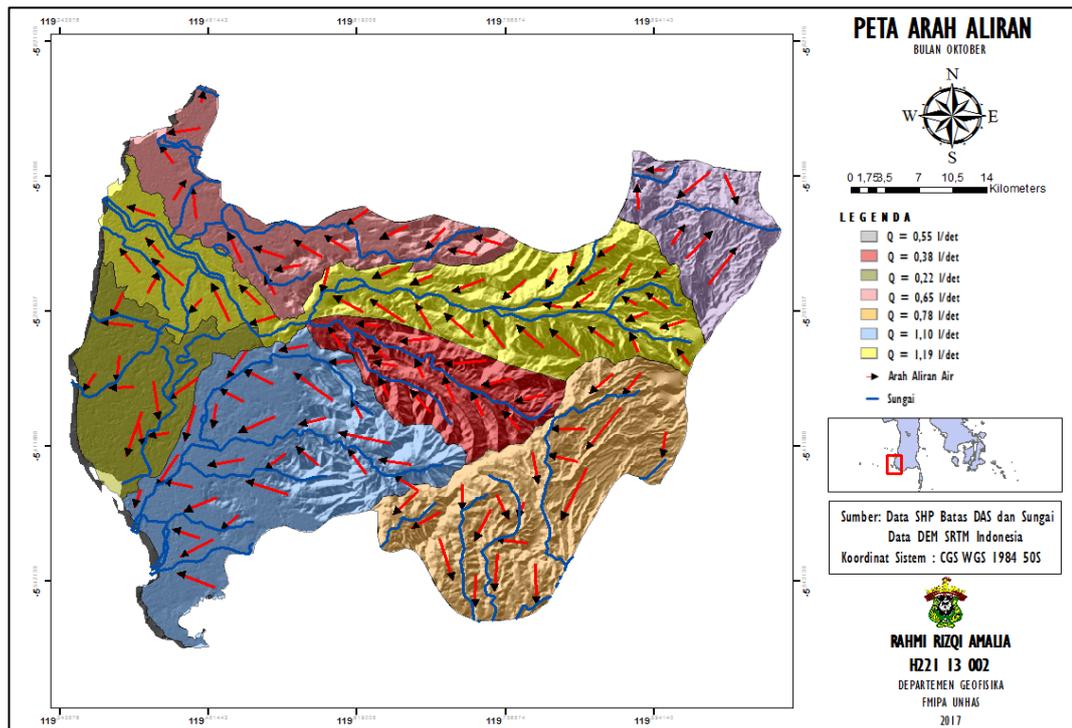
Gambar 4.18 (g) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Juli



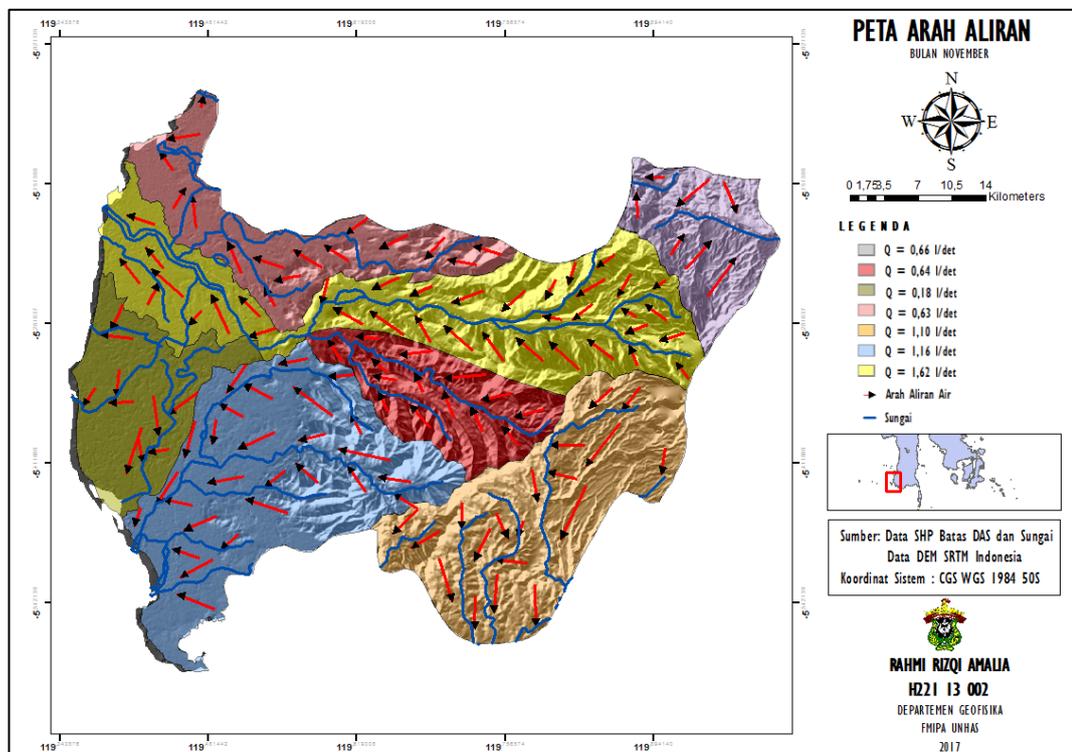
Gambar 4.18 (h) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Agustus



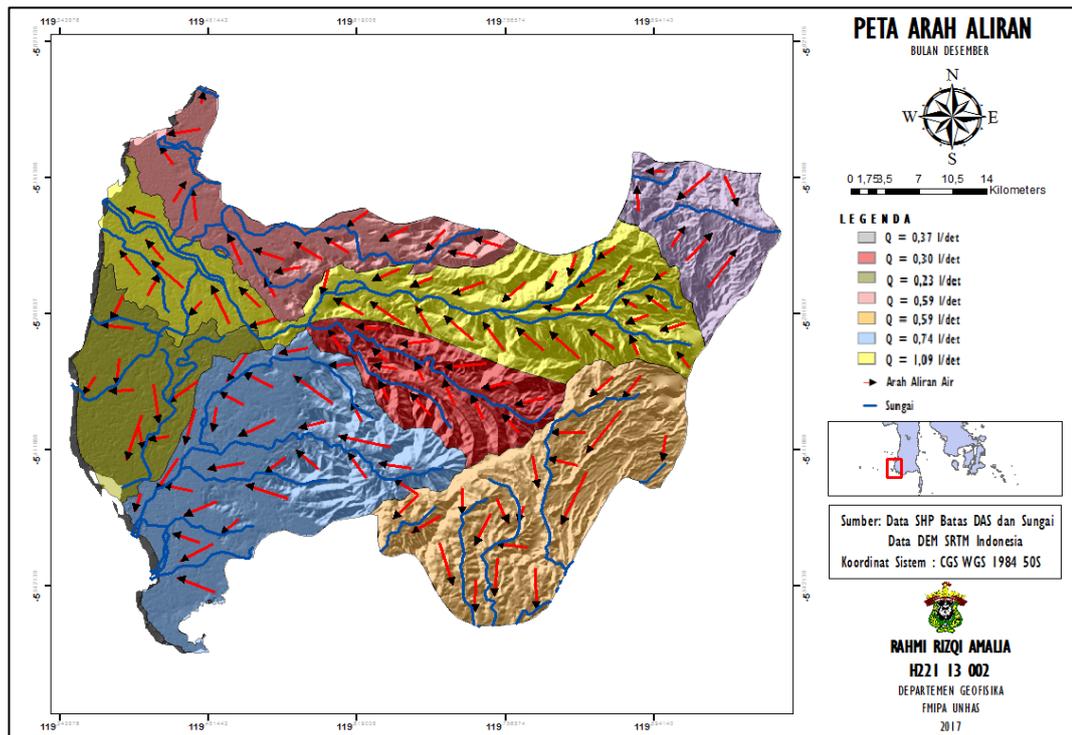
Gambar 4.18 (i) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan September



Gambar 4.18 (j) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Oktober



Gambar 4.18 (k) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan November



Gambar 4.18 (I) Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit Bulan Desember

Gambar 4.18 Peta Arah Aliran Berdasarkan Nilai Debit

BAB V

PENUTUP

V. 1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian tentang distribusi pengaliran presipitasi berdasarkan topografi di wilayah Kota Makassar, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Hasil pemetaan kontur curah hujan menunjukkan nilai curah hujan pada tahun 2012 antara 1269 mm/tahun hingga 3271 mm/tahun, pada tahun 2013 antara 2033 mm/tahun hingga 5346 mm/tahun, pada tahun 2014 antara 605 mm/tahun hingga 4106 mm/tahun, pada tahun 2015 antara 1236 mm/tahun hingga 3765 mm/tahun, pada tahun 2016 antara 1276 mm/tahun hingga 4048 mm/tahun, dan pada tahun 2017 antara 327 mm/tahun hingga 3089 mm/tahun. Sedangkan pada hasil pemetaan kontur curah hujan pada tahun 2012 hingga tahun 2017 menunjukkan nilai total dari keseluruhan curah hujan antara 327 mm/tahun hingga 5346 mm/tahun.
2. Hasil pemetaan kontur topografi menunjukkan nilai kontur antara 745 meter hingga 4279 meter. Dengan daerah terendah yang memiliki nilai ketinggian 745 meter hingga 1264 meter dan daerah tertinggi yang memiliki nilai ketinggian antara 1995 meter hingga 4279 meter.
3. Hasil dari pemetaan arah aliran menunjukkan bahwa aliran akan bergerak terus menuju dataran rendah atau lembah. Seperti pada hasil

pemetaan, menunjukkan air terus bergerak ke dataran rendah, dalam hal ini dataran rendah yang dimaksud adalah sungai-sungai besar beserta cabangnya.

4. Hasil perhitungan debit aliran air berdasarkan lokasi DAS, nilai debit maksimum ada pada lokasi DAS Sungai Jeneberang, sedangkan nilai debit minimum ada pada lokasi DAS Binangapapa. Sedangkan perhitungan debit aliran air berdasarkan bulan, nilai debit maksimum ada pada DAS Sungai Jeneberang pada bulan Januari dengan nilai 1,771 l/detik dan nilai debit minimum terletak pada DAS Binangapapa dengan nilai 0,073 l/detik.

V. 2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

- Sebaiknya penelitian ini dilanjutkan dengan melihat pengaruh dari beberapa parameter lain, misal periode waktu curah hujan serta hari hujan yang lebih lama.
- Apabila penelitian selanjutnya menggunakan data curah hujan, sangat disarankan untuk mengambil data intensitas curah hujan per jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S. (2013). *Karakterisasi Bencana Banjir Bandang di Indonesia*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. 15(1):42-51.
- Asbintari, S., Rismalinda., & Rahmi, A., (2016). *Komparasi Metode Formulasi Intensitas Hujan di Kawasan Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Lubuh Kota Pasir Pengaraian* (Jurnal). Riau: Universitas Pasir Pengaraian.
- Asdak, C., (2007), *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Asdak, C., (2002), *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- BR, Sri Harto. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Hermawan, E. (2009). *Analisis Perilaku Curah Hujan Di Atas Kototabang Saat Bulan Basah dan Bulan Kering*. Makalah Proceeding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. 16 Mei 2009 di Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Kodoatie, J.R. dan R. Syarief. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Muchsin. 2011, 'Analisis Potensi Banjir Kota Makassar Menggunakan Model Elevasi Digital', Skripsi, Universitas Hasanuddin.
- Muchtar, Asikin dan Nurdin Abdullah. (2007). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa*. Jurnal Hutan dan Masyarakat. 2(1):174-187.
- Pawitan, H. (2004). *Perubahan Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Hidrologi Daerah Aliran Sungai*. Jurnal Hidrometeorologi IPB. 65-80.
- Ridwan, M. 2017, 'Model Prediksi Kebakaran Hutan dan Lahan Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus di Pulau Kalimantan)', Skripsi, Universitas Hasanuddin.
- Rostianingsih, S. dkk. (2004). *Pemodelan Peta Topografi Ke Objek Tiga Dimensi*. Jurnal Informatika. 5(1):14-21.
- Safarina, A.B. (2012). *Analisa Pengaruh Topografi dan Pola Tata Guna Lahan Terhadap Abstraksi Daerah Aliran Sungai Berdasarkan Model Rainfall Runoff*. Riset Geologi dan Pertambangan. 22(1):1-10.

- Soewarno. (2000). *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Sosrodarsono, S., dan K. Takeda, (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- Tanaka, NY, N.Y., Sasaki, M.I.M., Mowjood, K.B., Jindasa, S.N., Homuchen, Samang, 2007. Coastal Vegetation structures and their function in tsunami protection: experience of the recent Indian Ocean tsunami. *Landsc. Ecol. Eng.* 3(1), 33-45.
- Utomo, M., Suryatmojo, H., & Soedjoko, S., (2012). *Kajian Pengaruh Karakteristik Hujan Terhadap Volume Aliran dan Berat Suspensi di Kawasan Karst*. *Widyariset.* 15(3):527-534.
- Wibowo, M. (2005). *Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Sungai*. *Jurnal Teknik Lingkungan.* 6(1):283-290.

LAMPIRAN