

SKRIPSI

**“PREDIKSI CURAH HUJAN WILAYAH MENGGUNAKAN
METODE JARINGAN SARAF TIRUAN (JST)
BACKPROPAGATION DI DAS RONGKONG”**



Oleh :

SYAHRUL RAHMAN
105 81 11113 19

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2023**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Syahrul Rahman** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11113 19**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/22201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Senin tanggal 22 Mei 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. AMBO ASSE, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. MUHAMMAD ISRAN RAMLI, ST., MT

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPM. ★

b. Sekretaris : Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM.

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Muh Yunus Ali, ST., MT., IPM

2. Amrullah Mansida, ST., MT., IPM., Asean Eng.

3. Ir. M. Aguslim, ST., MT

Pembimbing I

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM.

Pembimbing II

Ir. Muhammad Svafat S Kuba, ST., MT.



Dr. Hj. Nufrawaty, ST., MT., IPM
NPM. 795 108



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PREDIKSI CURAH HUJAN WILAYAH MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN (JST) BACKPROPAGATION DI DAS RONGKONG**

Nama : 1. SYAHRUL RAHMAN

Stambuk : 1. 105811111319

Makassar, 23 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST.,MT.,IPM.

Pembimbing II

Ir. Muhammad Syafaat S Kuba, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Ir. M. Agusalim, ST., MT

NBM :947 993

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah- Nyalah sehingga penulis dapat menyusun Proposal penelitian dengan judul : “PREDIKSI CURAH HUJAN WILAYAH MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN (JST) DI DAS RONGKONG”. Merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi untuk program strata satu pada Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekhilafan baik itu dari segi teknis penulisan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat lebih bermanfaat.

Proposal penelitian ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag.** selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu **Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM.** Selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak **Ir. M Aguslim., ST., MT.** Selaku Ketua Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Mkakassar

4. Ibu **Dr. Ir Nenny T Karim, ST.,MT., IPM.** Selaku pembimbing 1 atas bimbingan, arahan dan masukan dalam proses pembuatan proposal ini.
5. Bapak **Ir. Muhammad Syafaat S Kuba, ST.,MT.** Selaku pembimbing II atas bimbingan, arahan dan masukan dalam proses pembuatan proposal ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, Khususnya pada Program Studi Teknik Pengairan atas jasa-jasanya dalam membimbing penulis.
7. Kepada teman-teman kelas SIPIL D, saudara-saudara Koordinat 2019 dan kakanda senior yang selalu membantu selama menempuh pendidikan.
8. Orang tua, yang selalu mendoakan, mendukung dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan pendidikan serta yang selalu memberikan bantuan materi selama pendidikan.

Akhirnya tiada harapan selain Ridha Allah SWT atas segala jerih payah dan jasa baik kita semua serta limpahan rahmat dan hidayah-Nya senantiasa tetap tercurah kepada kita sekalian. Semoga proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan- rekan, masyarakat serta bangsa dan negara. Aamiin.

“Billahi Fii sabilil Haq Fastabiqul khaerat”

Makassar, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Hidrologi	6
B. Curah Hujan	12
C. Daerah Aliran Sungai (DAS)	17
D. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan <i>Back Propagation</i>	21
E. MATLAB (MATrix LABoratory)	24
F. Uji Validasi Data.....	26

BAB III METODE PENELITIAN	30
A. Lokasi Penelitian	30
B. Jenis Penelitian	31
C. Teknik Pengumpulan Data dan Sumber data	31
D. Variabel Penelitian	32
E. Metode Analisis Data	33
F. Prosedur Penelitian	33
G. Flowchart	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Data Curah Hujan Setengah Bulanan	35
B. Uji Konsistensi Data dengan Metode Kurva Massa Ganda	38
C. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Metode Polygon Thiessen	43
D. Analisis Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropogation Menggunakan Software MATLAB R2015a	48
BAB V PENUTUP	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Siklus Hidrologi	9
Gambar 2 skema Daur Air	9
Gambar 3 siklus pendek	10
Gambar 4 siklus sedang	10
Gambar 5 Siklus Panjang	11
Gambar 6 Pengaruh DAS terhadap volume aliran	17
Gambar 7 pola aliran sungai	19
Gambar 8 Arsitektur Algoritma Backpropagation	23
Gambar 9 Tools MATLAB R2017a	25
Gambar 10 Peta DAS Rongkong	30
Gambar 11 Peta DAS Rongkong	34
Gambar 12 Grafik Rata-Rata Curah Hujan Pertahun Stasiun Rongkong	36
Gambar 13 Grafik Rata-Rata Curah Hujan Pertahun Stasiun Sabbang	37
Gambar 14 Grafik Rata-Rata Curah Hujan Pertahun Stasiun Batu Sitanduk	38
Gambar 15 Grafik Uji konsistensi Stasiun Rongkong	40
Gambar 16 Grafik Uji konsistensi Stasiun Sabbang	41
Gambar 17 Grafik Uji konsistensi Stasiun Batu Sitanduk	43
Gambar 18 Grafik MSE	48
Gambar 19 Grafik Hasil Prediksi Curah Hujan Keluaran JST Tahun 2022	49
Gambar 20 Grafik Perbandingan antara data lapangan dengan data hasil JST	50

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hidrologi merupakan salah satu faktor yang diperlukan untuk penyelesaian suatu permasalahan sumber daya air. Analisa hidrologi, yang dilakukan agar solusi permasalahan dapat ditemukan, membutuhkan beberapa data hidrologi seperti data curah hujan dan data debit, yang merupakan dasar dari suatu perencanaan pada sebuah kegiatan pengelolaan sumber daya air, sehingga perlu adanya pengelolaan data secara baik dan akurat sesuai peraturan dan teori yang ada untuk menunjang suatu ketepatan perencanaan .

Analisa curah hujan sangatlah diperlukan sebelum melakukan suatu prediksi. Sistem perkiraan dibutuhkan untuk melihat kemungkinan terkait perubahan kondisi alam pada waktu yang akan datang , yang mana penggunaan metode yang tepat sangatlah dibutuhkan agar didapatkan hasil yang baik dan sesuai harapan. Penentuan Curah Hujan dapat dilakukan dengan melakukan suatu pengukuran ataupun prediksi secara langsung, baik secara teori ataupun data historis, tetapi prediksi secara langsung dari data yang sudah ada ataupun dari grafik tidak bisa memberikan kepastian tentang keakuratan yang didapat oleh karena itu dibutuhkan suatu metode yang dapat digunakan untuk prediksi dengan keakuratan yang tinggi.

DAS Rongkong seluas 1728,034 Km² yang terletak di Kabupaten Luwu Utara mengalami permasalahan tentang peralihan tata guna lahan yang menyebabkan kemampuan infiltrasinya menjadi berkurang. Akibatnya, air hujan

yang jatuh pada daerah aliran sungai (DAS) akan menjadi limpasan permukaan (surface runoff). Oleh karena itu, terjadi peningkatan aliran permukaan yang berpengaruh terhadap aliran debit pada outlet DAS yang dapat menyebabkan banjir. Oleh sebab itu, dibutuhkan analisa hidrologi menggunakan model berbasis teknologi dengan harapan dapat memprediksikan Curah Hujan yang akan terjadi.

Terdapat banyak sekali metode dalam menganalisa curah hujan, contohnya seperti Rata-rata hitung, Poligon Thiessen, dan isohyet untuk analisis hujan rata-rata daerah. Mengatasi permasalahan yang ada, dibutuhkan adanya sistem analisis yang dapat memprediksi dengan baik, dalam praktiknya sangatlah sulit untuk pemilihan model yang akan digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi sistem DAS. Tetapi bukan berarti model-model yang ada adalah model yang buruk, salah satu model tersebut adalah penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Back Propagation*.

Dalam penelitian ini, data yang digunakan untuk proses Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Back Propagation* adalah data curah hujan. Hasil simulasi dari program ini akan dibandingkan dengan data curah hujan yang ada di titik tinjau. Untuk mencapai hasil korelasi yang diharapkan yaitu mendekati 1, yang berarti analisa berhasil dengan sangat baik, maka harus dicari kisaran parameter yang ada, dan berapa besar curah hujan yang dihasilkan dari simulasi dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Back Propagation*.

Berdasarkan Permasalahan, akan dilakukan penelitian yang berjudul **“Prediksi Curah Hujan Dengan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Back Propagation* Di DAS Rongkong”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana prediksi Curah Hujan di DAS Rongkong Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Back Propagation* ?
2. Bagaimana Perbandingan antara data lapangan dengan data hasil prediksi menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) *Back Propagation* ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan di atas, maka penulis merumuskan tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk Prediksi Curah Hujan di DAS Rongkong Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) *Back Propagation*.
2. Untuk mengetahui Perbandingan antara data lapangan dengan data hasil prediksi menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Back Propagation*.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

- Penelitian ini diharapkan dapat menjadi penambah sumber pengetahuan bagi pembaca pada umumnya.
- Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan perbandingan untuk penelitian selanjutnya.

E. Batasan Masalah

Untuk membatasi pokok permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini, maka akan difokuskan dengan uraian – uraian sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di DAS Rongkong Untuk memprediksi curah hujan bulanan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) *Back Propagation* .
2. Menggunakan 3 (tiga) stasiun curah hujan yaitu stasiun curah hujan Rongkong, stasiun curah hujan Sabbang, stasiun curah hujan Tobelalang/Batu Sitanduk.
3. Data curah hujan digunakan data 10 tahun terakhir
4. Data klimatologi Lamasi 10 tahun terakhir.
5. Uji konsistensi menggunakan metode kurva massa ganda
6. Perhitungan Hujan Rata-rata Menggunakan metode Poligon Thiessen
7. Prediksi Curah Hujan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Back Propagation* menggunakan aplikasi MATLAB R2015a.

F. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN, pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA, memuat uraian sistematis tentang teori-teori dan hasil-hasil penelitian yang didapatkan dari literature sebelumnya yang relevan dengan permasalahan dan tujuan penelitian. Kajian pustaka ini berisi teori-teori yang diperoleh dari buku-buku teks atau dari laporan penelitian sebelumnya yang diperoleh dari jurnal, skripsi, tesis, dan bentuk laporan lainnya. Landasan teori menguraikan jalan pikiran menurut kerangka yang logis. Artinya, mendudukan

masalah penelitian yang telah dirumuskan di dalam kerangka teoritis relevan yang mampu menjelaskan masalah tersebut.

BAB III METODE PENELITIAN, menerapkan tentang bagaimana sebaiknya dan seharusnya penelitian itu dilaksanakan, pada bagian ini mencakup lokasi penelitian, jenis penelitian, variabel penelitian, teknik pengumpulan data, tahapan penelitian dan prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, pada bab ini memuat tentang hasil keluaran atau output dari metodologi penelitian yang kemudian dibahas dan diulas dengan menggunakan metode maupun dengan bantuan software yang relevan.

BAB V PENUTUP, pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan hasil analisis dan berbagai saran dari penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Hidrologi

1. Pengertian Hidrologi

Air merupakan salah satu unsur yang sangat penting di muka bumi. Air dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup baik manusia, tumbuhan, maupun hewan. Tanpa adanya air dapat dipastikan tidak akan ada kehidupan. Ilmu yang mempelajari tentang air adalah hidrologi. Hidrologi berasal dari bahasa Yunani, Hydro = Air, Logia = Ilmu, yang berarti Ilmu Air. Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air di bumi dalam segala bentuk baik yang berupa cairan, padat, dan gas. Lebih lanjut, hidrologi juga mempelajari karakteristik air tersebut, baik sifat-sifat air, bentuk penyebarannya dan siklus air berlangsung di muka bumi.

Beberapa ahli berpendapat mengenai pengertian hidrologi. Menurut Asdak (1995), hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam, dan di atas permukaan tanah. Sedangkan Arsyad (2009) berpendapat bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari proses penambahan, penampungan, dan kehilangan air di bumi.

Singh (1992), menjelaskan pengertian hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik kuantitas dan kualitas air di bumi menurut ruang dan waktu, termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan maupun manajemen.

Serta Linsley (1986) mengatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membicarakan tentang air di bumi baik 2 Pengantar Hidrologi itu mengenai

kejadiannya, jenis-jenis, sirkulasi, sifat kimia dan fisika serta reaksinya terhadap lingkungan maupun kehidupan.

2. Ruang Lingkup Hidrologi

Ilmu hidrologi merupakan cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air. Orang yang ahli dalam bidang hidrologi disebut hidrolog, bekerja dalam bidang ilmu bumi dan ilmu lingkungan, serta teknik sipil dan teknik lingkungan.

Berdasarkan konsep yang sudah disampaikan, hidrologi memiliki ruang lingkup atau cakupan yang luas. Secara substansial, cakupan bidang ilmu itu meliputi: asal mula dan proses terjadinya air, pergerakan dan penyebaran air, sifat-sifat air, serta keterkaitan air dengan lingkungan dan kehidupan. Hidrologi merupakan suatu ilmu yang mengkaji tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Studi hidrologi meliputi berbagai bentuk air serta menyangkut perubahan-perubahannya, antara lain dalam keadaan cair, padat, gas, dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah, distribusinya, penyebarannya, gerakannya dan lain sebagainya.

Hidrologi merupakan ilmu yang penting. Permasalahan sumber daya air yang saat ini sering muncul membutuhkan analisis hidrologi dalam mengatasinya. Asesmen, pengembangan, utilisasi dan manajemen sumberdaya air dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pemahaman ilmu hidrologi akan membantu kita dalam menyelesaikan problem berupa kekeringan, banjir, perencanaan sumber daya

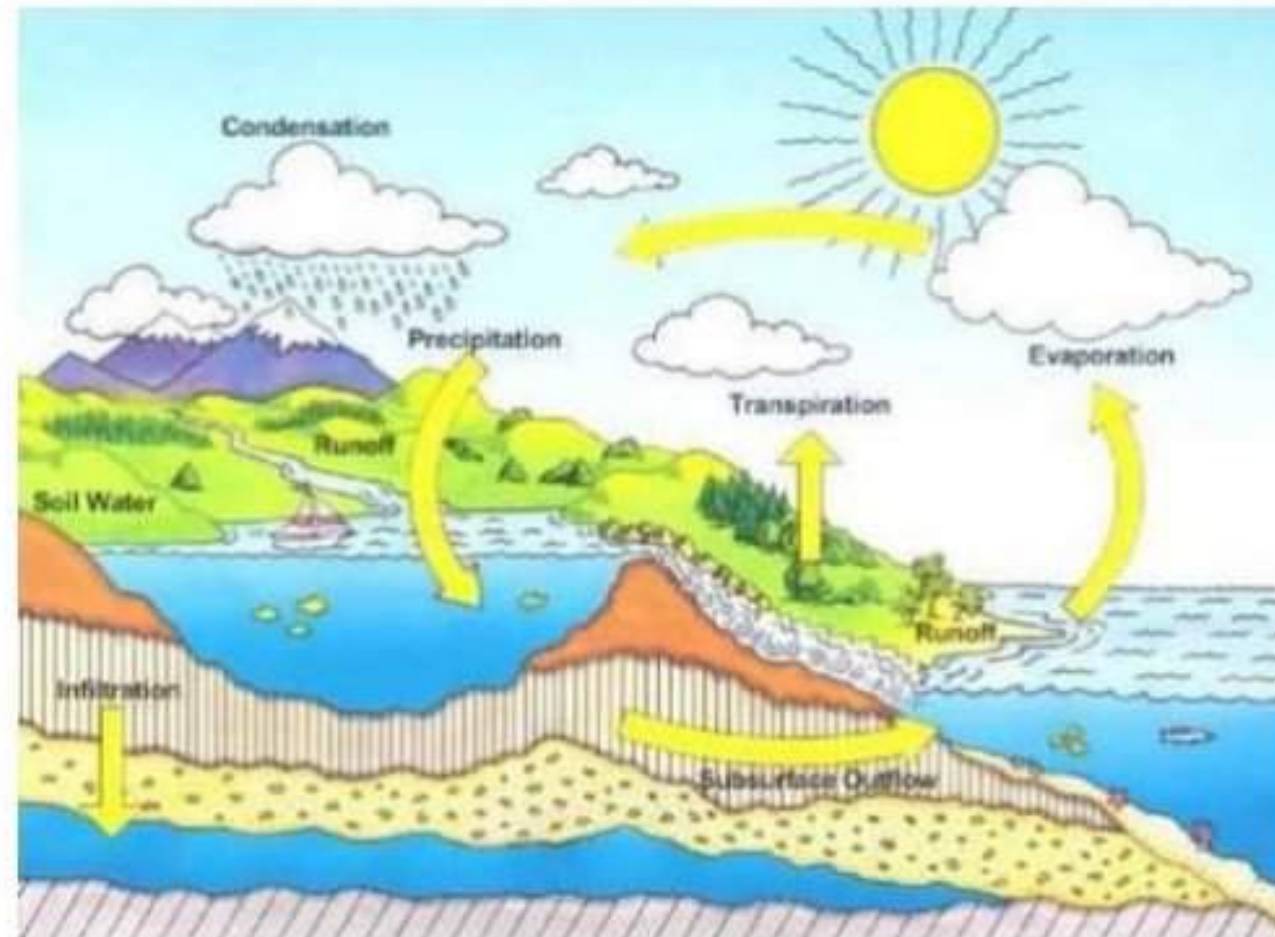
air seperti dalam desain irigasi atau bendungan, pengelolaan daerah aliran sungai, degradasi lahan, sedimentasi dan problem lain yang terkait dengan kasus keairan.

Ruang lingkup ilmu hidrologi meliputi hidrometeorologi, hidrologi air permukaan (limnologi), hidrogeologi, manajemen limbah dan kualitas air. Cabang ilmu ini menempatkan air sebagai fokus dan memiliki peranan penting. Untuk lebih jelasnya, cabang ilmu hidrologi antara lain:

- Potamologi, yaitu cabang hidrologi yang mempelajari air yang mengalir di permukaan tanah;
- Limnologi, yaitu cabang hidrologi yang mempelajari tentang air menggenang di permukaan tanah
- Hidrogeologi, yaitu cabang hidrologi yang mempelajari air yang terdapat di bawah permukaan tanah.
- Kriologi adalah cabang hidrologi yang mempelajari tentang salju dan es.
- Hidrometeorologi adalah cabang hidrologi yang mempelajari tentang pengaruh aspek meteorologi terhadap aspek hidrologi.

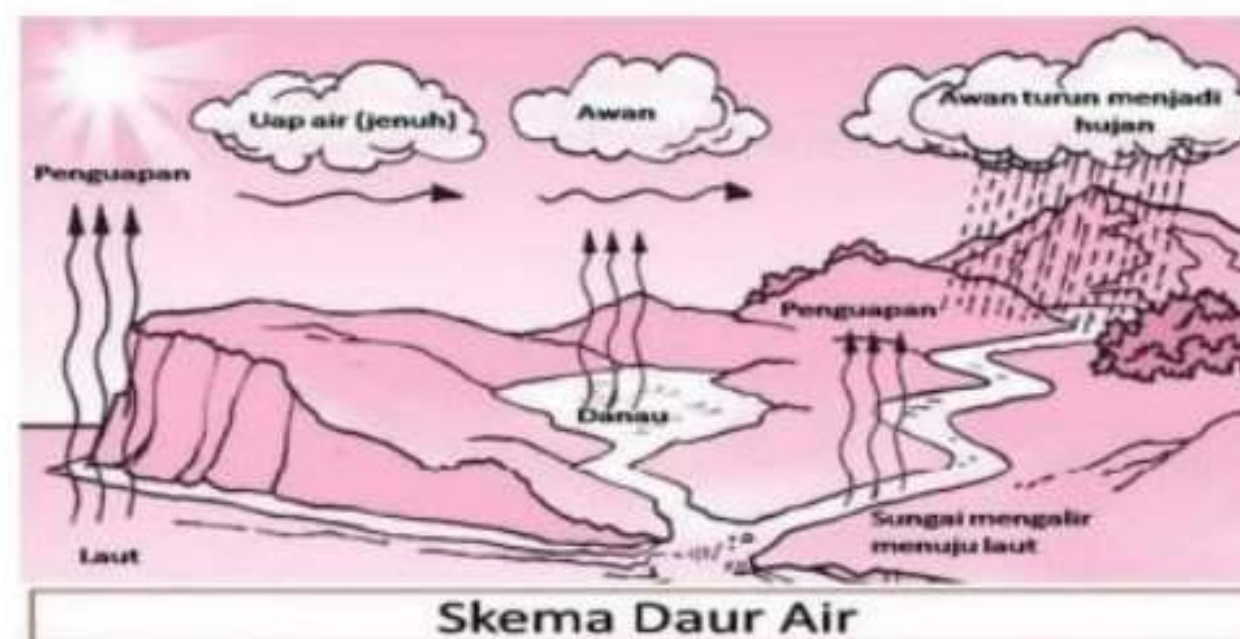
3. Siklus Hidrologi

Air secara alami mengalir dari hulu ke hilir, dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang rendah. air mengalir diatas permukaan tanah namun air juga mengalir di dalam tanah. di dalam lingkungan alam, proses, perubahan wujud, dan gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) mengikuti suatu siklus keseimbangan yang dikenal dengan siklus hidrologi (Kodatie, 2010). Siklus Hidrologi adalah siklus air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer kebumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi.



Gambar 1 Siklus Hidrologi

Sumber : (Pengantar Hidrologi 2020)



Gambar 2 skema Daur Air

Sumber : (Pengantar Hidrologi 2020)

Siklus hidrologi, digambarkan dalam dua daur, yang pertama adalah daur pendek, yaitu hujan yang jatuh dari langit langsung ke permukaan laut, danau, dan sungai yang kemudian langsung mengalir kembali ke laut. Siklus yang kedua adalah siklus panjang, ditandai dengan tidak adanya keseragaman waktu yang diperlukan oleh suatu daur. Siklus kedua ini memiliki rute perjalanan yang lebih panjang dari pada siklus yang pertama.



Gambar 3 siklus pendek

Sumber : (Pengantar Hidrologi 2020)

Siklus hidrologi pendek atau yang dikenal juga dengan siklus hidrologi kecil. Siklus hidrologi kecil ini merupakan siklus yang paling sederhana karena hanya melibatkan beberapa tahapan saja. adapun beberapa tahapan yang ada di dalam siklus hidrologi pendek atau siklus hidrologi kecil ini adalah sebagai berikut:

1. Sinar matahari mengenai sumber- sumber air di Bumi dan akan membuat sumber air tersebut menjadi menguap
2. Karena penguapan tersebut maka terjadi kondensasi sehingga kemudian membentuk awan yang mengandung uap air
3. Awan yang mengandung uap air kemudian mengalami kejenuhan dan turunlah hujan di permukaan laut.

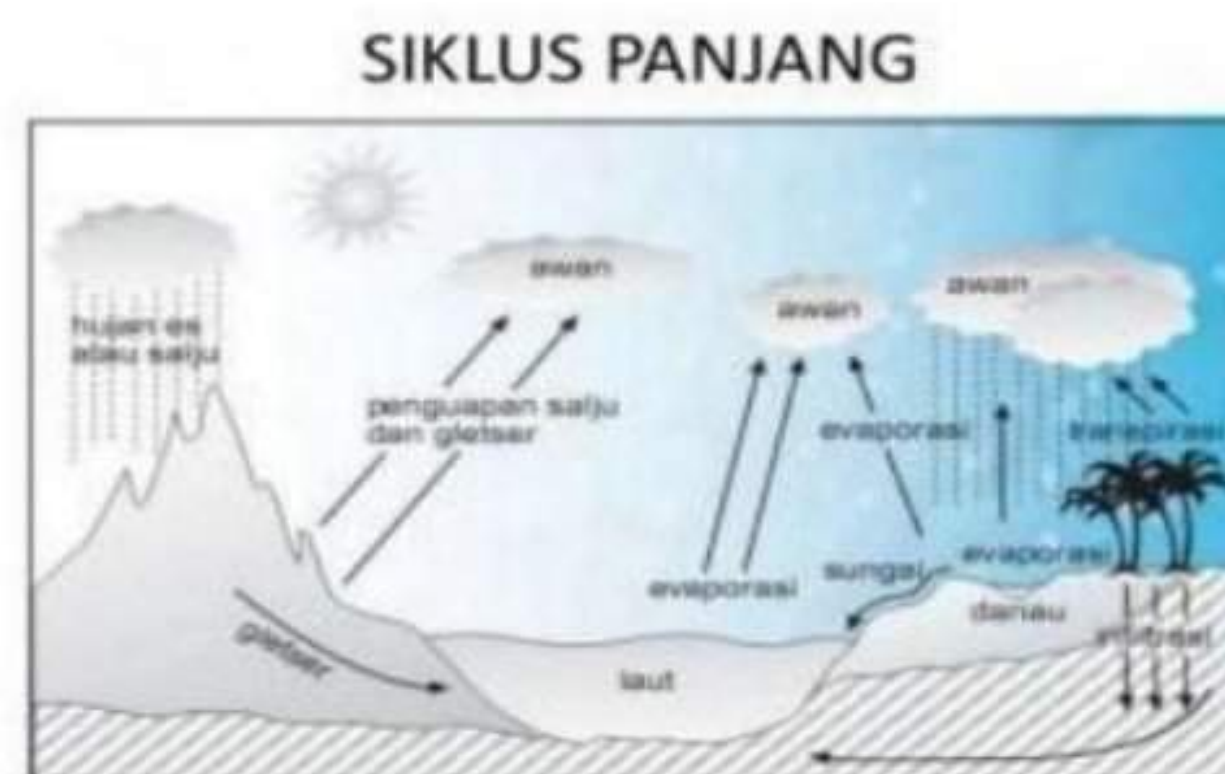


Gambar 4 siklus sedang

Sumber : (Pengantar Hidrologi 2020)

Siklus air yang selanjutnya adalah siklus sedang. Siklus sedang tentunya memiliki proses yang sedikit lebih panjang daripada siklus hidrologi pendek. Adapun beberapa tahapan dari siklus hidrologi sedang ini antara lain sebagai berikut:

1. Matahari menyinari permukaan Bumi termasuk sumber-sumber air (macam-macam laut, samudera dan lainnya), sehingga sumber-sumber air tersebut mengalami penguapan.
2. Kemudian terjadi evaporasi
3. Uap air yang telah terbentuk (hasil pemanasan) bergerak karena tertiuip oleh angin ke darat.
4. Terbentuklah awan akibat dari pemanasan itu tadi.
5. Hujan turun di atas permukaan daratan Bumi
6. Air yang turun di daratan akan mengalir ke sungai kemudian mengalir lagi ke laut untuk kembali mengalami siklus hidrologi.



Gambar 5 Siklus Panjang
Sumber : (Pengantar Hidrologi 2020)

Selanjutnya adalah siklus hidrologi panjang atau siklus hidrologi besar. Siklus hidrologi panjang atau besar ini memiliki tahapan yang lebih kompleks daripada dua siklus di atas. Beberapa tahapan dari siklus hidrologi panjang antara lain sebagai berikut:

1. Matahari menyinari permukaan Bumi termasuk sumber- sumber air (laut, samudera dan lainnya), sehingga sumber- sumber air tersebut mengalami penguapan.
2. Kemudian terjadi evaporasi
3. Kemudian uap air mengalami sublimasi
4. Uap air yang telah terbentuk dan mengalami sublimasi kemudian menyebabkan terbentuknya awan yang mengandung kristalkristal es.
5. Awan yang terbentuk kemudian bergerak ke darat karena tiupan angin
6. Kemudian terjadilah hujan di atas daratan Bumi
7. Air yang turun di daratan akan mengalir ke sungai kemudian mengalir lagi ke laut untuk kembali mengalami siklus hidrologi.

B. Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm), curah hujan 1 mm artinya luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 mm atau tertampung air sebanyak 1 liter.

Untuk mengukur curah hujan harian, bulanan, dan tahunan pada suatu tempat dapat menggunakan 3 cara:

1. Metode Aritmatik

Metode ini merupakan metode yang paling sederhana yaitu hanya dengan membagi rata semua tinggi hujan pada masing masing stasiun hujan dengan jumlah stasiun yang digunakan. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

Untuk menentukan hujan rerata pada suatu daerah digunakan metode metode khusus karena stasiun pencatat hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik stasiun tersebut berada. Metode yang digunakan dipilih dengan mempertimbangkan hal hal berikut :

- a. Apabila stasiun pencatat hujan berjarak kurang dari 10 km dari lokasi maka data hujan pada stasiun tersebut dapat digunakan dalam perhitungan.
- b. Apabila tidak ada stasiun pencatat hujan dengan jarak kurang dari 10 km, maka digunakan stasiun pencatat hujan dengan jarak 10-20 km dengan syarat minimal 2 stasiun pencatat hujan. Dalam kasus ini, hujan rerata kawasan dapat dicari dengan metode Aritmatik (Aljabar).

Teknik pengukuran ini dianggap sebagai teknik pengukuran yang paling mudah. Namun, pengukuran rata rata aritmatik ini perlu mempertimbangkan beberapa factor, yaitu lokasi alat pengukur curah hujan harus tersebar merata dan daerah pengamatan harus seragam terutama dalam hal ketinggian.

Metode rata rata aljabar dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots \dots \dots$$

Dengan :

R = Curah hujan rata rata (mm)

R_1, R_2, R_n = Curah hujan titik pengamatan 1, 2, n (mm)

n = Jumlah titik-titik (pos – pos) pengamatan

2. Metode Polygon Thiessen

Metode Polygon Thiessen dikenal juga sebagai Metode Rata rata Timbang (Weighted Mean). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Hasil Metode Polygon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata rata aljabar.

Apabila tidak ada stasiun pencatat dengan jarak 10 – 20 km, maka digunakan stasiun hujan dengan jarak kurang dari 50 km, dengan syarat minimal 3 stasiun hujan. Dalam kasus ini, hujan rerata kawasan dapat dicari dengan metode Polygon Thiessen. Metode ini memperkirakan luas wiayah yang diwakili oleh masing – stasiun, tinggi curah hujan dan jumlah stasiun.

Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan cuah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan (Sosrodarsono, 1987).

Teknik ini tidak cocok digunakan di daerah bergunung dan daerah dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Stasiun terdekat terhadap setiap titik di dalam DAS dapat dicari dengan menghubungkan stasiun – stasiun yang ada, kemudian dibuat garis tegak lurus yang membagi dua stasiun terdekat, dan membentuk

polygon menunjukkan wilayah yang paling dekat dengan stasiun di dalamnya sehingga pemberatan yang dilakukan terhadap stasiun tersebut adalah perbandingan antara luas polygon terdekat dengan luas total DAS. Metode polygon thiessen dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$R = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_{total}}$$

$$R = W_1 \cdot R_1 + W_2 \cdot R_2 \dots \dots + W_n \cdot R_n$$

$$W_n = \frac{A_n}{A_t}$$

Dengan :

R = Curah hujan rata rata (mm)

R_1, R_2, R_3, R_n = Curah hujan maksimum pada stasiun 1, 2, ..., dan n adalah jumlah titik – titik pengamatan (mm)

A_1, A_2, A_n, A_t = Luas daerah Polygon 1, 2, ..., n dan t adalah Jumlah keseluruhan luas daerah Polygon (km^2)

W_1, W_2, W_n = Koefisien Thiessen

3. Metode Isohyet

Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata – rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun curah hujan harus banyak dan tersebar merata. Daerah tangkapan air dan daerah yang dibatasi garis Isohyet dihitung luasnya dengan menggunakan planimeter. Curah hujan untuk daerah tangkapan air tersebut dihitung berdasarkan jumlah perkalian antara luas masing –

masing bagian Isohyet (A_1) dengan curah hujan dari setiap daerah yang bersangkutan (R_1) kemudian dibagi luas total daerah tangkapan air. Metode Isohyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibandingkan dengan metode lainnya. Metode isohyet dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R = \frac{\frac{(R_1 + R_2)}{2} \cdot A_1 + \dots + \frac{(R_1 + R_2)}{2} \cdot A_2 + \dots + \frac{(R_n + R_n)}{2} \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots$$

Dengan :

R = Curah hujan maksimum rata – rata (mm)

R_1, R_2, R_n = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ... , n (mm)

A_1, A_2, A_n = Luas area antara 2 Isohyet (km^2)

Dari ketiga metode di atas, metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode polygon thiessen, karena metode ini lebih akurat dibandingkan dengan metode rata – rata aljabar dan memiliki tiga stasiun curah hujan terdekat terhadap setiap titik di dalam DAS dapat dicari dengan menghubungkan stasiun – stasiun yang ada.

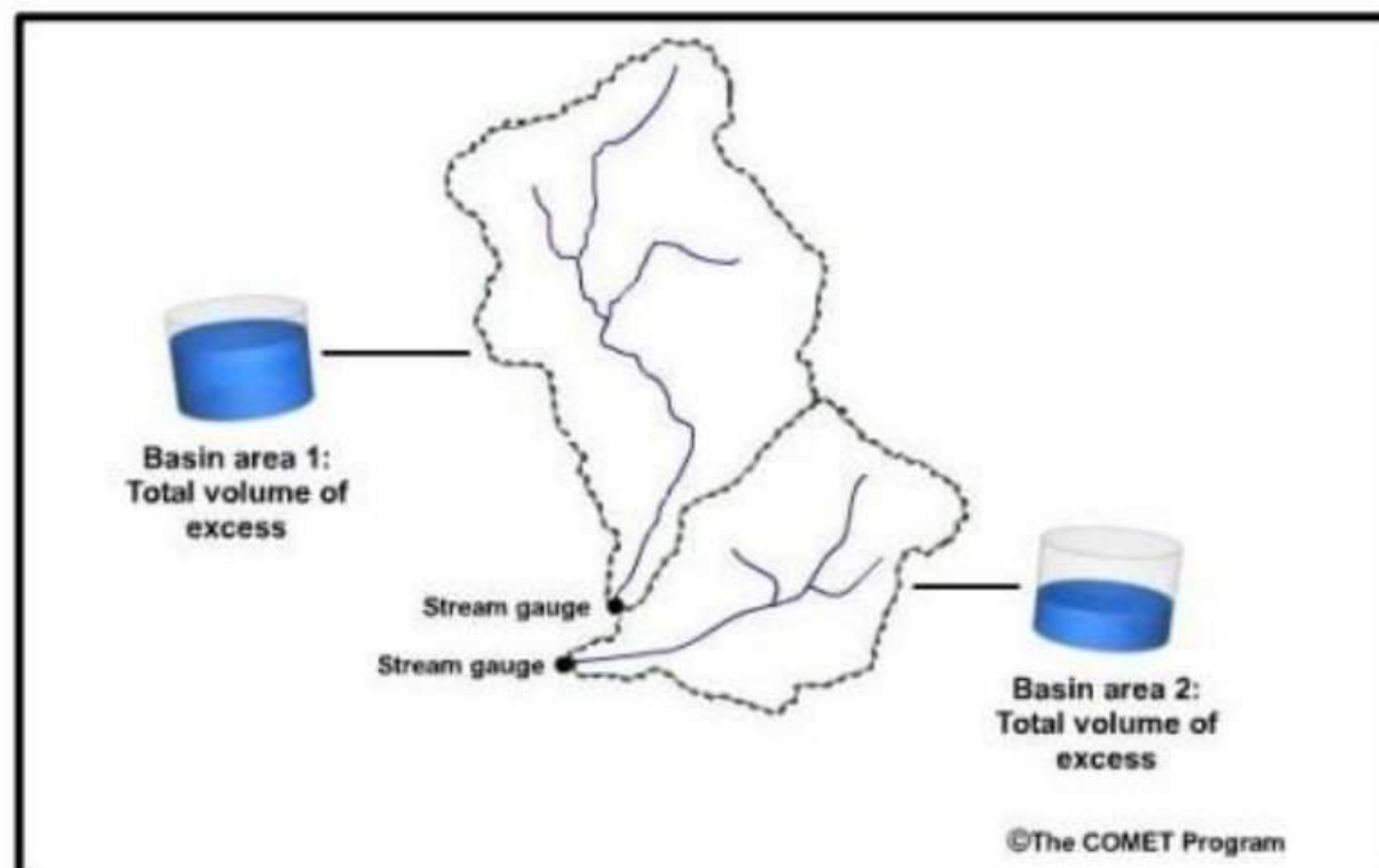
Garis kontur diinterpolasi dan dihubungkan titik-titik stasiun yang jumlah curah hujannya sama. Teknik ini dinilai sebagai teknik yang paling baik. Daerah tangkapan air dan daerah yang dibatasi garis isohyet dihitung luasnya dengan 24 Pengantar Hidrologi menggunakan planimeter. Curah hujan untuk daerah tangkapan air tersebut dihitung berdasarkan jumlah perkalian antara luas masing-masing bagian isohyetal (a_1) dengan curah hujan dari setiap daerah yang bersangkutan (r_1) kemudian dibagi luas total daerah tangkapan air.

C. Daerah Aliran Sungai (DAS)

1. Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama. Ukuran besar dan kecilnya daerah tangkapan hujan yang memberi kontribusi terhadap aliran sungai di dalam DAS berpengaruh langsung terhadap total volume aliran yang keluar dari DAS.

Jika hujan jatuh merata di dalam dua DAS yang berbeda ukuran, maka total volume aliran yang dihasilkan pada DAS besar dengan daerah tangkapan hujannya relatif luas akan lebih banyak dibandingkan dengan DAS kecil yang daerah tangkapan air hujannya sempit. Volume air proposional terhadap luas daerah tangkapannya.



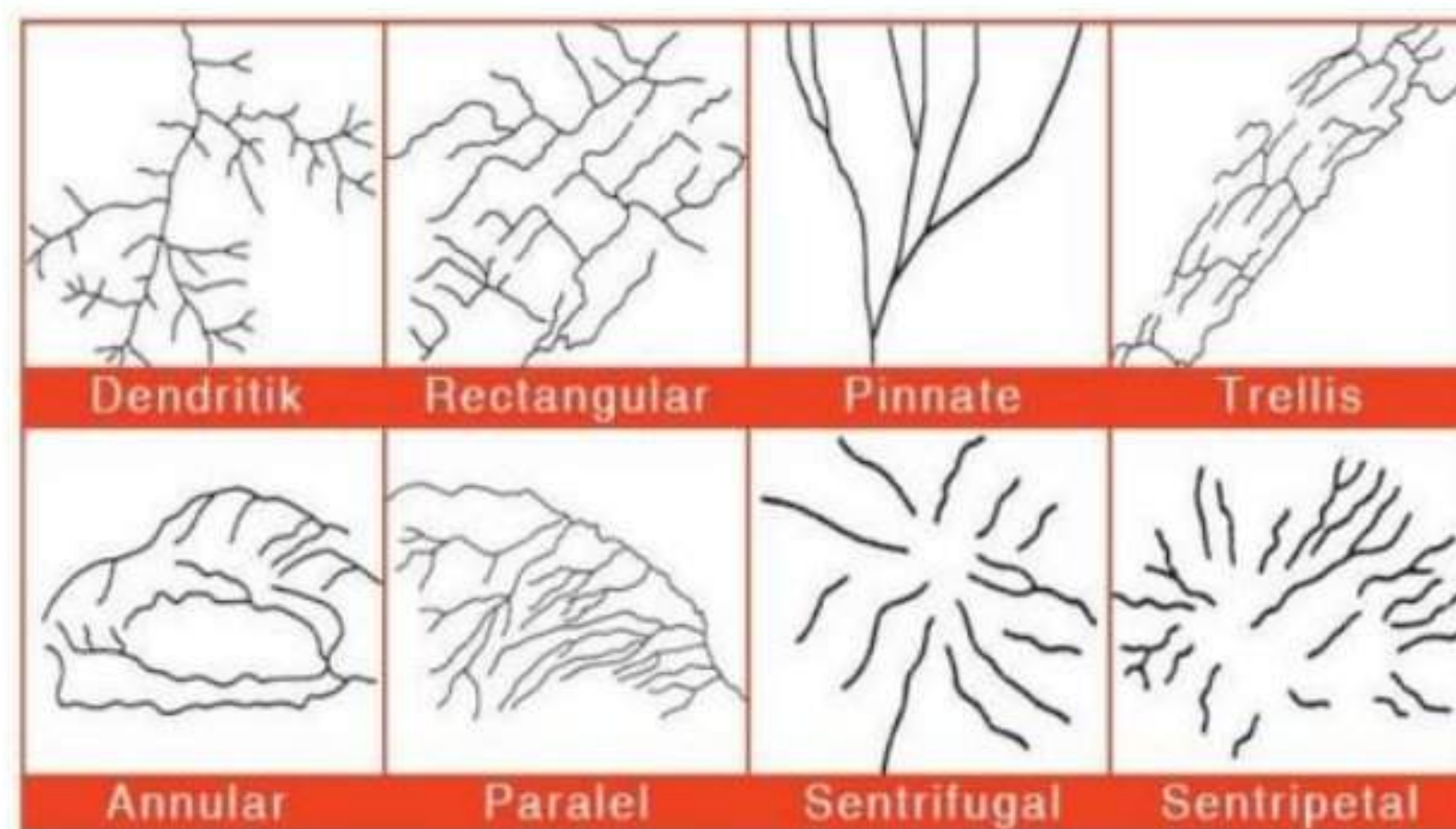
Gambar 6 Pengaruh DAS terhadap volume aliran
Sumber: (Pengantar Hidrologi 2020)

Batas DAS atau Wilayah Sungai tidak selalu bertepatan dengan batas-batas wilayah administrasi. Oleh karena itu, perlu adanya klasifikasi DAS menurut hamparan wilayahnya dan fungsi strategisnya sebagai berikut:

1. DAS Kabupaten/Kota : Terletak secara utuh berada di satu daerah Kabupaten/Kota, dan DAS yang secara potensial hanya dimanfaatkan oleh satu daerah Kabupaten/Kota.
2. DAS Lintas Kabupaten/Kota : Letaknya secara geografis melewati lebih dari satu daerah Kabupaten/Kota, dan DAS lokal yang atas usulan pemerintah Kabupaten/Kota, dan atau DAS yang bersangkutan, dan hasil penilaian ditetapkan untuk di daya gunakan (dikembangkan dan dikelola oleh Pemerintah Provinsi), dan atau DAS yang secara potensial bersifat strategis bagi pembangunan regional.
3. DAS Lintas Provinsi : Letaknya secara geografis melewati lebih dari satu Daerah Provinsi, dan atau DAS yang secara potensial dimanfaatkan oleh lebih dari satu Daerah Provinsi dan atau DAS Regional yang atas usulan Pemerintah Provinsi yang bersangkutan, dan hasil penilaian ditetapkan untuk di daya gunakan (dikembangkan dan dikelola) oleh pemerintah pusat, dan atau DAS yang secara potensial bersifat strategis bagi pembangunan nasional.
4. DAS Lintas Negara : Letaknya secara geografis melewati lebih dari satu negara, dan atau DAS yang secara potensial dimanfaatkan oleh lebih dari satu Negara, dan atau DAS yang secara potensial bersifat strategis bagi pembangunan lintas negara.

2. Pola Aliran Sungai

Pola aliran sungai merupakan gerak arus sungai yang menggambarkan bagaimana dan ke mana air mengalir yang akhirnya bermuara ke laut. Macam-macam pola aliran sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain adalah morfologi, struktur geologi, batuan penyusun, dan erosi.



Gambar 7 pola aliran sungai

Sumber : (Pengantar Hidrologi 2020)

1. Dendritik

Dendritik adalah pola aliran yang memiliki cabang anak sungai yang kelihatan macam ranting pohon. Sungai induk pada pola ini memiliki percabangan yang menuju ke segala arah dan alirannya membentuk sudut yang tidak teratur. Pola dendritik ini biasanya terdapat di daerah dataran rendah dengan struktur batuan homogen.

2. Radial Sentrifugal

Radial sentrifugal adalah pola aliran yang menyebar secara radial dari titik ketinggian tertentu. Pola radial sentrifugal ini biasanya terdapat di daerah pegunungan yang alirannya menyebar ke arah lereng.

3. Rectangular

Rectangular adalah pola aliran yang cenderung berbentuk sikusiku. Pola rectangular ini biasanya terdapat di daerah yang struktur geologinya merekah. Sungai ini biasanya bentuknya lurus mengikuti arah patahan dengan mengikuti pola dari struktur geologi tersebut.

4. Trellis

Trellis merupakan pola aliran yang biasanya memiliki anak sungai hampir sejajar dengan sungai utama. Pola trellis ini biasanya terdapat di daerah dengan morfologi lipatan.

5. Sentripetal

Sentripetal adalah pola aliran yang arus airnya mengalir ke satu tempat yang berupa cekungan. Dengan begitu, pola sentripetal ini berlawanan dengan radial sentrifugal.

6. Paralel

Paralel adalah pola aliran yang terbentuk dari lereng yang curam dengan beberapa bantuan. Karena lereng yang curam, alirannya deras dan lurus. Lalu dengan sangat sedikit anak sungai dan 56 Pengantar Hidrologi semuanya mengalir ke arah yang sama. Pola paralel ini terbentuk di mana terdapat kemiringan yang jelas di permukaan.

7. Annular

Annular adalah pola aliran yang memiliki anak sungai melingkar. Pola annular ini biasanya terdapat di daerah morfologi kubah.

8. Pinnate

Pinnate adalah pola aliran yang mana muara anak sungai membentuk sudut lancip dengan sungai induk. Pola pinnate ini biasanya terdapat pada bukit yang memiliki lereng terjal.

D. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan *Back Propagation*

1. Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

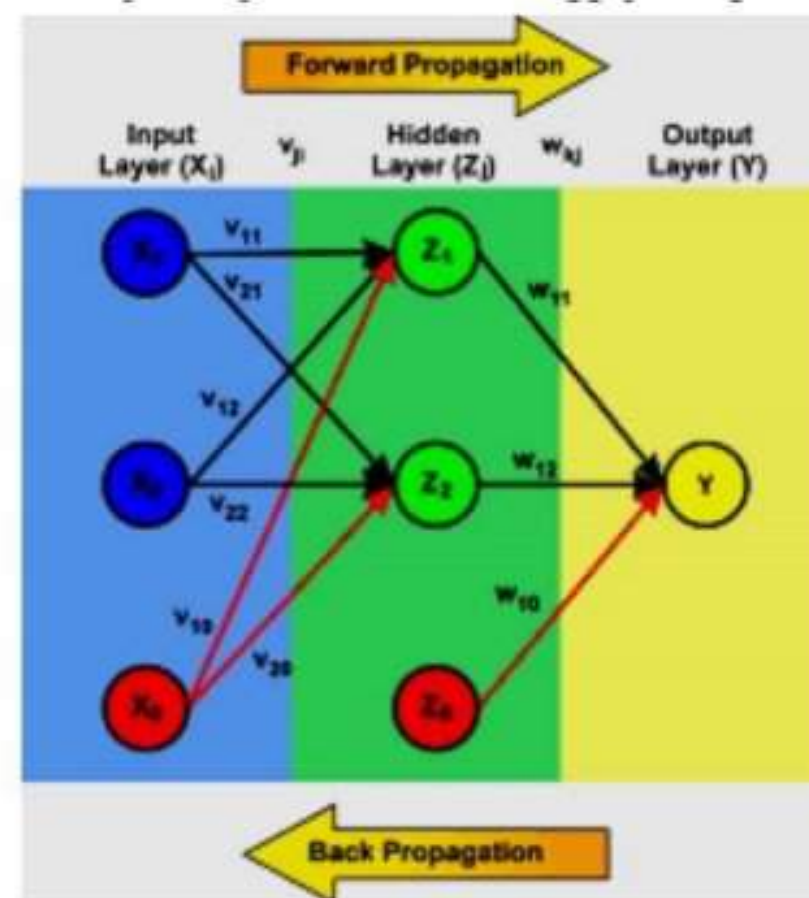
Peramalan (forecasting) merupakan masalah yang sering dihadapi dalam berbagai bidang persoalan seperti peramalan cuaca dan iklim, peramalan finansial, peramalan pergeseran harga saham dan lain sebagainya (Utomo, 2015). Salah satu faktor terpenting dalam pemilihan metode adalah keakuratan peramalan (Sahagun, Cruz dan Garcia, 2017). Banyak metode yang digunakan untuk menyelesaikan kasus peramalan (Maulana dan Kumalasari, 2019; Ogie, Rho dan Clarke, 2019). Metode yang paling banyak digunakan dalam melakukan peramalan adalah jaringan saraf tiruan (artificial neural network) (Koesriputranto, 2015) karena pemodelan ini bersifat dinamis dan real time (Sahagun, Cruz dan Garcia, 2017) (*Buku Jaringan Syaraf Tiruan*).

Jaringan Saraf Tiruan (JST) juga merupakan metode peramalan yang memiliki tingkat error data yang cukup rendah dan cukup baik dalam proses generalisasi karena didukung oleh data training yang cukup dan proses pembelajaran yang menyesuaikan bobot sehingga model ini mampu untuk meramalkan data time series untuk beberapa periode waktu ke depan (Nugraha dan SN, 2014). Salah satu metode yang digunakan pada jaringan saraf tiruan dalam

melakukan peramalan adalah algoritma backpropagation (Sumijan et al., 2016; Budiharjo et al., 2018a, 2018b). Namun pada penerapannya algoritma ini masih memiliki kelemahan di antaranya masalah overfitting pada jaringan saraf tiruan (Truatmoraka, Waraporn dan Suphachotiwatana, 2016), masalah waktu pelatihan yang lama untuk mencapai konvergen (Adnan et al., 2012) dan 2 Jaringan Saraf Tiruan: Algoritma Prediksi dan Implementasi proses penentuan parameter (learning rate dan momentum) yang tepat dalam proses pelatihan (Ruslan, Zakaria dan Adnan, 2013) dalam (*Buku Jaringan Syaraf Tiruan*).

2. Back Propagation

Backpropagation merupakan salah satu algoritma pembelajaran dalam jaringan saraf tiruan (Amrin, 2016). Proses pembelajaran backpropagation dilakukan dengan penyesuaian bobot-bobot jaringan saraf tiruan dengan arah mundur berdasarkan nilai error dalam proses pembelajaran (Windarto, Lubis dan Solikhun, 2018). Ciri khas backpropagation melibatkan tiga (*layer*) utama: (1) lapisan masukan (input layer) berfungsi sebagai penghubung jaringan ke dunia luar (sumber data), (2) lapisan tersembunyi (hidden layer) di mana jaringan dapat memiliki lebih dari satu hidden layer atau bahkan bisa juga tidak memilikinya sama sekali; dan lapisan luaran (output layer) di mana hasil dari masukan yang diberikan oleh input layer (Wanto dan Windarto, 2017) dengan menggunakan fungsi Sigmoid (Khairani, 2014) dalam (*Buku Jaringan Syaraf Tiruan*). Keluaran dari pada lapisan ini sudah dianggap sebagai hasil dari proses.



Gambar 8 Arsitektur Algoritma Backpropagation
Sumber : (Jaringan Syaraf Tiruan 2020)

Berdasarkan gambar 9 , Backpropagation merupakan supervised learning (Febriadi et al., 2018). Dikatakan supervised learning (Youllia Indrawaty, Asep Nana Hermana, 2012) karena teknik pembelajaran dilakukan dengan membuat fungsi dari data pelatihan untuk mempelajari fungsi pemetaan dari input ke output. Dengan kata lain supervised learning memiliki target (Goal) untuk memperkirakan fungsi pemetaannya, sehingga ketika kita mempunyai input baru, algoritma dapat memprediksi output untuk input tersebut (Windarto dan Lubis, 2016). Beberapa contoh algoritma regresi, SVM (Support Vector Machine), algoritma Hebbian (Hebb Rule), algoritma Perceptron, algoritma Adaline, algoritma Boltzman, algoritma Hapfield dan lainnya (Budiharjo et al., 2018a)

- **Kelebihan Algoritma Backpropagation**

Beberapa kelebihan Algoritma Backpropagation adalah:

- a) Dapat diaplikasikan pada penyelesaian suatu masalah berkaitan dengan identifikasi, prediksi, peramalan, pengenalan pola dan sebagainya (Dessy dan Irawan, 2012)

- b) kemampuannya untuk belajar (bersifat adaptif) dan kebal terhadap kesalahan (Fault Tolerance) sehingga dapat mewujudkan sistem yang tahan kerusakan (robust) dan bekerja secara konsisten (Dessy dan Irawan, 2012),
- c) Melatih jaringan untuk mendapat keseimbangan selama proses pelatihan sehingga dapat memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Wanto et al., 2019).

- **Kekurangan Algoritma *Backpropagation***

Beberapa kekurangan Algoritma *Backpropagation* adalah:

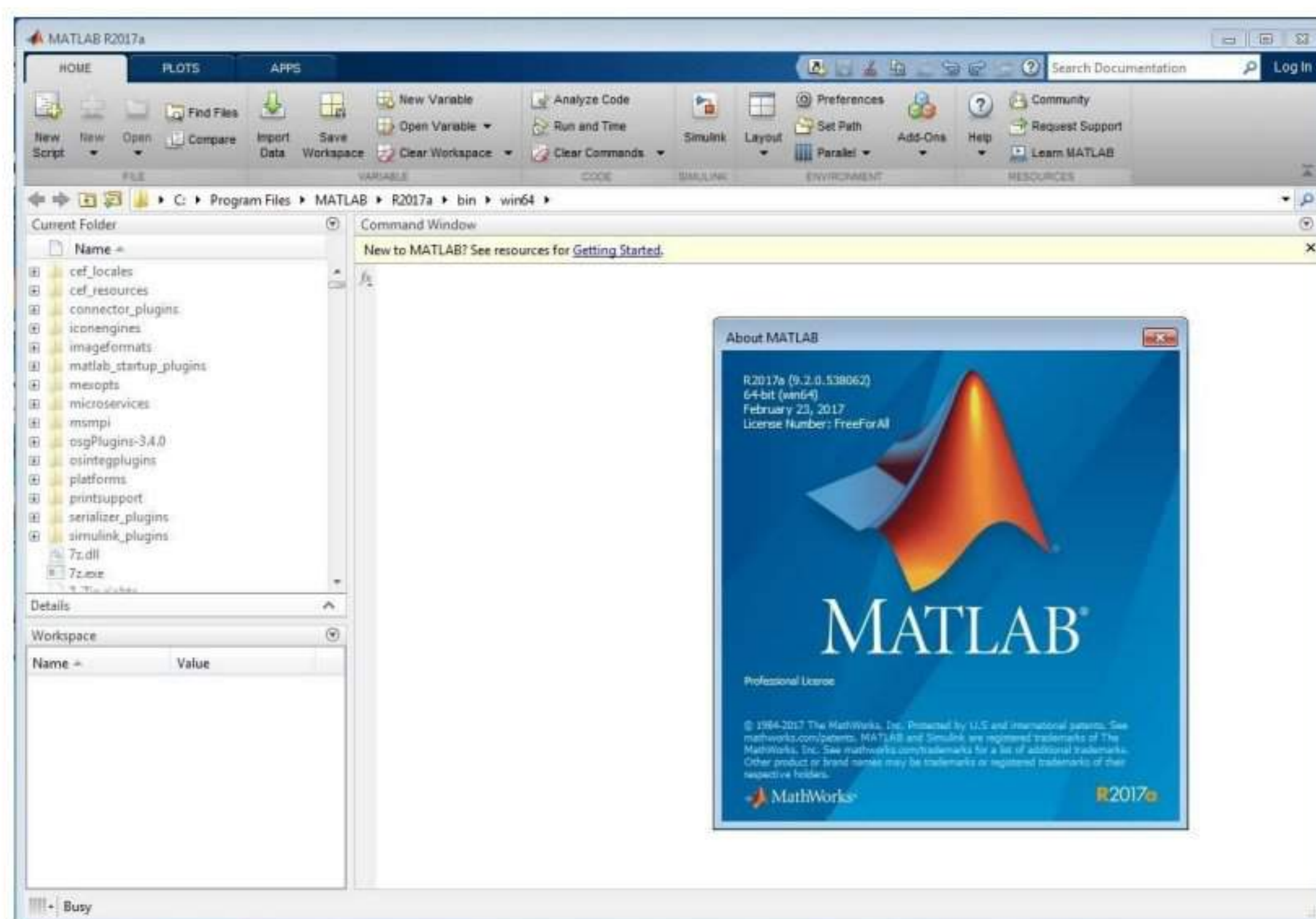
- a) Membutuhkan waktu cukup lama dalam proses pembelajaran untuk mencapai konvergen (Nugraha dan SN, 2014),
- b) Parameter learning rate atau tingkat pembelajaran akan selalu berubah-ubah sesuai dengan kondisi perubahan error pada tiap iterasinya (Khairani, 2014),
- c) Dalam menghitung perubahan bobot algoritma *backpropagation* dapat menyebabkan masalah lokal minimum sehingga tidak stabil (Suhendra dan Wardoyo, 2015).

E. MATLAB (MATrix LABoratory)

MATLAB (singkatan dari Matrix LABoratory), adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan Bahasa pemrograman komputer generasi keempat. Dikembangkan oleh The MathWorks.Inc, MATLAB memungkinkan manipulasi matriks, pem-plot-an fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna, dan peng-antarmukaan dengan program dalam bahasa lainnya. Meskipun hanya bernuansa numerik, sebuah kotak kakas (toolbox) yang

menggunakan mesin simbolik MuPAD, memungkinkan akses terhadap kemampuan aljabar komputer. Sebuah paket tambahan, Simulink, menambahkan simulasi grafis multivariabel dan Desain Berdasar-Model untuk sistem terikat dan dinamik. (<http://id.wikipedia.org>) dalam (*Buku panduan belajar matlab*).

MATLAB merupakan perangkat lunak yang cocok digunakan untuk menyelesaikan model jaringan syaraf tiruan. Pengguna tinggal memasukkan vektor masukan, target, model dan parameter yang ingin dicapai (laju pemahaman, threshold, bias, dll). Dalam studi digunakan software MATLAB dengan seri R2017a.



Gambar 9 Tools MATLAB R2017a

Sumber (Panduan Belajar MATLAB 2016)

F. Uji Validasi Data

Uji validasi adalah suatu proses pemeriksaan data runtut waktu untuk mendeteksi kesalahan data. Uji Validasi data dilakukan untuk mengetahui apakah data hujan yang akan kita gunakan konsisten terhadap data hujan terdahulu atau tidak (Soewarno, 2014).

Data hujan yang akan dipergunakan dalam suatu analisis sebelumnya harus dilakukan uji konsistensi atau data dimana data yang tidak sesuai akibat kesalahan pencatatan dan gangguan alat pencatat perlu dikoreksi dan data yang hilang atau kosong di isi dengan menggunakan pembanding pos hujan sekitar yang terdekat dan dianggap memiliki karakteristik yang sama (Sri Harto, 1993).

Dalam ketersediaan data debit yang baik dan berkualitas adalah salah satu factor penentu dalam hasil analisis hidrologi. Akan tetapi, fakta di lapangan menunjukkan bahwa banyak data debit yang ada tidak sesuai dengan kondisi yang ideal, seperti data debit yang tersedia sering kali tidak seragam.

Validasi data hujan juga bisa dicek dari stasiun lainnya yang berada di sekitarnya. Dalam mengecek validasi data terdapat beberapa metode, yaitu : Metode Kurva Massa Ganda dan Metode RAPS.

1. Metode Kurva Massa Ganda

Metode Kurva Massa Ganda adalah metode untuk mengecek validasi data hujan dengan cara membandingkan hujan tahun komulatif suatu stasiun terhadap stasiun lain (Stasiun Referensi). Stasiun Referensi tersebut biasanya adalah nilai rerata dari beberapa stasiun didekatnya.

Metode Kurva Massa Ganda digunakan apabila berdasarkan data curah hujan setempat, dimana data curah hujan yang tersedia 3 atau lebih stasiun curah hujan.

Nilai komulatif ini nantinya akan digambarkan pada system koordinat kartesian $x - y$, apabila kurva yang terbentuk merupakan garis relative lurus berarti pencatatan di stasiun tersebut bisa dikatakan konsisten. Apabila kurva yang terbentuk merupakan merupakan garis patah, berarti pencatatan di stasiun tersebut tidak konsisten dan perlu dikoreksi. Koreksi dilakukan dengan mengalihkan data setelah kurva berubah dengan perbandingan kemiringan setelah dan sebelum kurva patah.

Dimana nilai R yaitu $-1 \leq R \leq 1$. Tanda positif dan negative menunjukkan arah hubungan dari R semakin mendekati -1 atau 1 maka hubungannya semakin kuat sedangkan jika mendekati 0 maka hubungannya semakin lemah

2. Metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)

Soewarno, 1995 mengemukakan bahwa cara ini dilakukan dengan cara menghitung nilai komulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata (mean).

Metode RAPS digunakan apabila berdasarkan data curah hujan setempat, dimana data curah hujan yang tersedia di sekitar lokasi sangat terbatas.

Syarat untuk mengetahui data curah hujan konsisten atau tidak konsisten yaitu bila Q/n yang didapat lebih kecil dari kritik untuk tahun dan ketetapan yang sesuai.

Langkah-langkah perhitungan uji validasi data dengan Metode RAPS adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung hujan tahunan

b. Menghitung rerata hujan tahunan

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Dengan :

\bar{x} = Rerata Hujan Tahunan

$\sum x_i$ = Total Hujan Tahunan

n = Jumlah Data

c. Menghitung Sk^*

Sk^* = Komulatif ($\bar{x}_i - x$)

$$Sk^* = \frac{Sk^*}{Stdev}$$

$$Stdev = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

d. Menghitung Q_{maks} dan R_{maks}

Q = Maks (Sk^*)

R = Maks (Sk^{**}) – min (Sk^{**})

Dengan :

Q dan R = Nilai hitungan sebagai alat penguji

Sk^{**} = Perbandingan antara penyimpanan Komulatif Sk^* dan standar revisi dengan rata-rata (\bar{y})

e. Untuk menghitung Q_{maks} dan R_{maks} menggunakan nilai kritik Q dan R dengan syarat ($Q_{maks} < Q_{tabel}$) dan ($R_{maks} < R_{tabel}$) yang bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Nilai kritik Q dan R

N	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$			$\frac{Q}{\sqrt{n}}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,42	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,46	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,50	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,52	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,55	1,62	1,86

Sumber :(Harto, 2000)

Dari kedua metode diatas, metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kurva massa ganda, karena metode ini digunakan apabila berdasarkan data curah hujan setempat, dimana data curah hujan yang tersedia tiga atau lebih stasiun curah hujan.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Rongkong seluas 1807,98 Km² yang merupakan salah satu sungai dari Wilayah Sungai Pompengan Larona yang berada di Kabupaten Luwu Utara dengan letak geografis pada koordinat 2°37'18,06" LS - 120°08'16,3" BT. Wilayah Sungai Pompengan Larona yang luasnya 10.230 Km² merupakan wilayah sungai lintas propinsi yaitu propinsi Sulawesi Selatan dan Propinsi Sulawesi Barat dapat dilihat pada gambar 11 .



Gambar 10 Peta DAS Rongkong

B. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif karena menggunakan data sekunder yang bersifat kuantitatif yang bergantung pada kemampuan untuk menghitung data secara akurat. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses mendapatkan pengetahuan menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang diketahui (Vitri Asari & Ismunandar, 2021).

C. Teknik Pengumpulan Data dan Sumber data

1. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi data yang baik dan benar agar tujuan penelitian penulis dapat tercapai dengan baik.

a. Data Curah Hujan Bulanan

Dalam menghitung curah hujan wilayah terdapat beberapa stasiun curah hujan yang dapat digunakan yaitu :

1. Stasiun Rongkong terletak pada koordinat $2^{\circ}37'18,06''$ LS - $120^{\circ}08'16,3''$ BT dengan pengamatan dari tahun 2013 - 2022.
2. Stasiun Sabbang terletak pada koordinat $2^{\circ}35'54,09''$ LS - $120^{\circ}13'36,7''$ BT dengan pengamatan dari tahun 2013 – 2022.
3. Stasiun Bosso - Tobelalang terletak pada koordinat $2^{\circ}35'54,09''$ LS - $120^{\circ}13'36,7''$ BT dengan pengamatan dari tahun 2013 – 2022.

2. Sumber Data

Data – data yang digunakan dalam menghitung curah hujan terhadap limpasan DAS Rongkong sebagai berikut :

Data curah hujan yang diperoleh tercatat di setiap stasiun curah hujan yang berada pada cakupan DAS Rongkong yang akan ditinjau tersebut dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang.

D. Variabel Penelitian

Variabel merupakan objek penelitian atau apa yang menjadi perhatian suatu penelitian (Suharsimi Arikunto, 2010; 161). Menurut Saifuddin Aswar (2005: 32-33), variabel penelitian dapat berupa apapun juga yang variasinya perlu kita perhatikan agar dapat mengambil kesimpulan mengenai fenomena yang terjadi.

1. Variable Penelitian

Variabel – variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan dan Debit limpasan pada DAS Rongkong.

2. Defenisi Operasional Variabel

Berdasarkan variabel di atas maka gambaran mengenai definisi operasional variabel dalam penelitian ini yaitu :

- a. Curah hujan dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir.
- b. Memprediksi Curah hujan menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Back Propagation*.

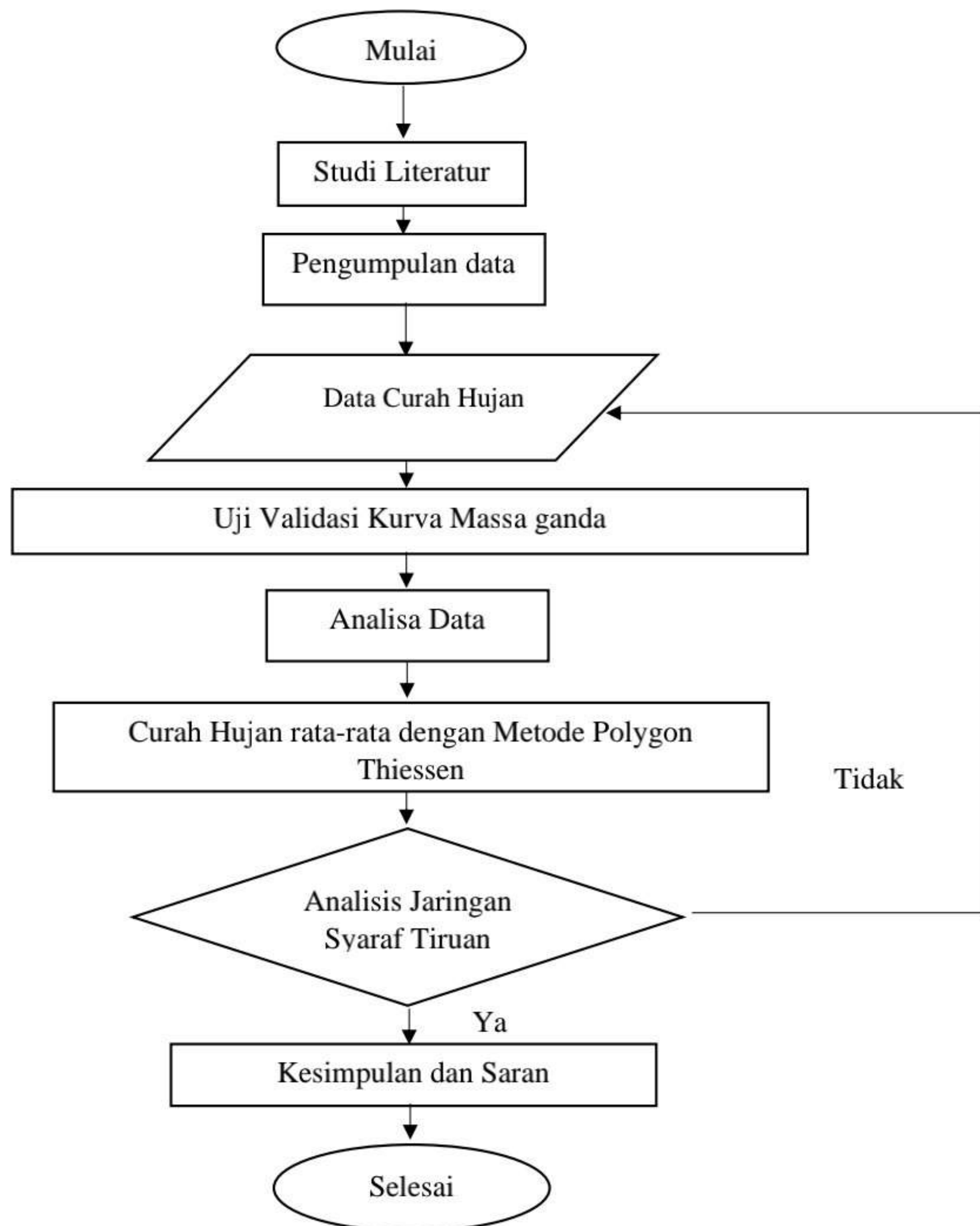
E. Metode Analisis Data

1. Uji konsistensi data curah hujan menggunakan Metode Kurva Massa Ganda .
2. Perhitungan Hujan Rata-rata Menggunakan Metode Poligon Thiessen.
3. Analisis Jaringan Saraf Tiruan (JST) *Back Propagation* menggunakan aplikasi MATLAB R2017a.
4. Perhitungan Debit Limpasan menggunakan Metode Rasional Jepang.

F. Prosedur Penelitian

Adapun Prosedur Penelitian yaitu :

1. Melakukan Studi Literatur kemudian mengumpulkan data diantaranya data Curah Hujan, Data Klimatologi.
2. Melakukan uji analisis kualitas data (Uji Validasi data) diantaranya uji konsistensi untuk curah hujan menggunakan Metode Kurva Massa Ganda.
3. Melakukan Perhitungan Hujan wilayah Menggunakan metode Poligon Thiessen
4. Melakukan analisis Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Back Propagation menggunakan aplikasi MATLAB R2017a.
5. Melakukan Kalibrasi data menggunakan metode Mean Square Error(MSE).
6. Menghitung Debit Limpasan menggunakan Metode Rasional Jepang.
7. Memberikan kesimpulan dan saran setelah itu selesai.

G. Flowchart

Gambar 11 Peta DAS Rongkong

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Curah Hujan Setengah Bulanan

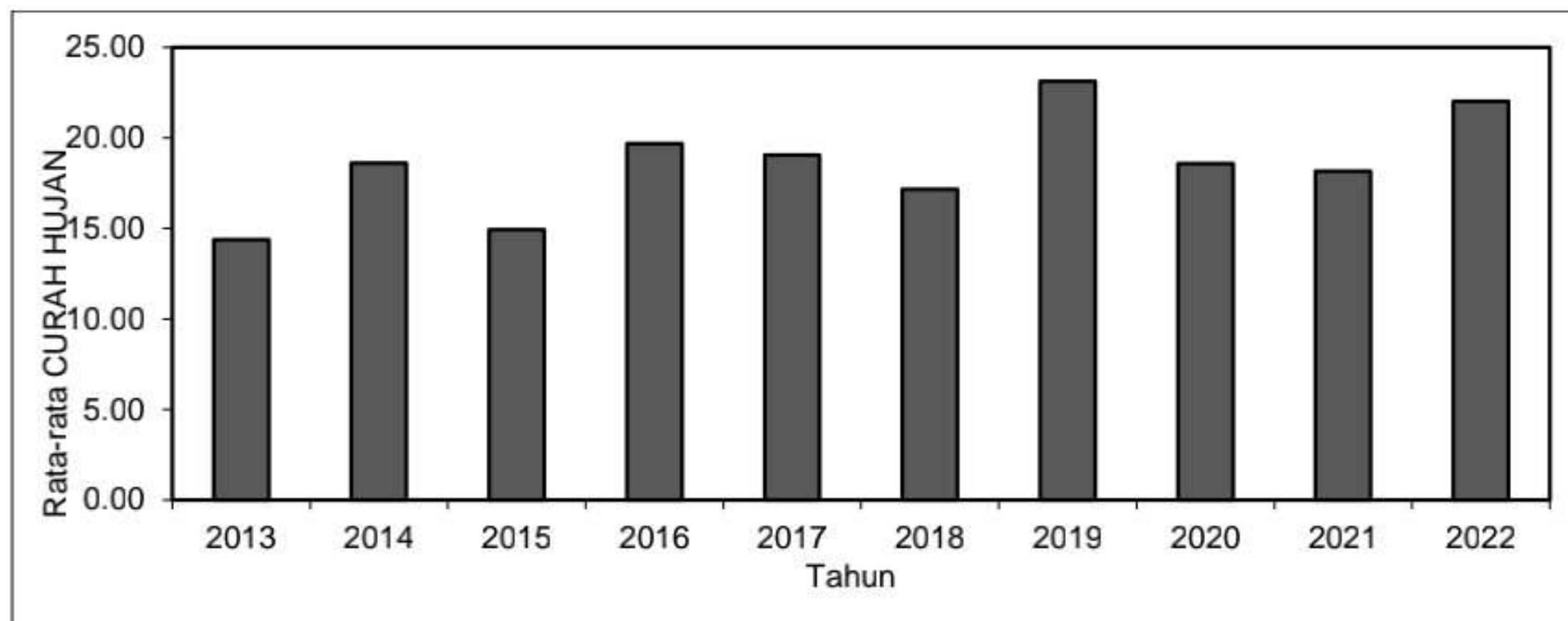
Untuk perhitungan rata-rata curah hujan setengah bulanan pada setiap stasiun dapat dilihat dibawah ini yaitu :

1. Stasiun Curah Hujan Rongkong

Contoh perhitungan rata-rata data curah hujan setengah bulanan, pada bulan januari 1 tahun 2013 yaitu : $4 + 7 + 2 / \text{Jumlah hari hujan setengah bulan} = 4,33$ mm. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat dari tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan Rata-Rata Curah Hujan setengah bulanan Stasiun Rongkong

Tahun	Periode	Bulan												Rata-rata/Tahun
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2013	I	4.33	10.25	14.67	20.62	20.40	23.33	11.71	5.50	14.50	13.43	6.00	10.23	14.39
	II	16.38	15.67	17.00	42.07	17.81	10.33	19.45	11.25	16.00	6.38	4.00	14.00	
2014	I	12.29	22.92	9.50	11.13	19.00	13.80	28.50	43.00	17.25	15.00	15.63	34.50	18.60
	II	17.00	8.17	19.80	13.60	14.50	15.50	27.25	15.67	7.00	25.00	16.67	23.67	
2015	I	10.60	7.17	40.70	22.83	18.50	5.00	22.00	21.00	6.00	5.00	14.00	9.17	14.93
	II	25.67	9.75	6.88	11.00	11.80	46.20	11.36	5.00	4.00	26.50	5.00	13.11	
2016	I	2.00	29.40	21.53	35.78	8.20	7.11	3.60	19.50	4.50	15.80	23.58	35.00	19.68
	II	18.18	27.38	25.50	23.00	24.25	33.88	8.00	2.00	16.38	32.22	35.82	0.00	
2017	I	0.00	5.00	5.50	17.86	5.00	19.31	28.70	19.45	16.75	9.90	24.17	17.56	19.07
	II	40.00	20.50	12.50	11.00	51.43	12.29	21.00	12.00	12.67	17.25	22.15	36.57	
2018	I	23.25	22.85	33.00	25.23	34.25	6.75	3.00	4.00	14.70	10.50	13.25	17.21	17.16
	II	15.00	23.18	14.56	15.50	15.27	25.85	7.00	21.88	11.58	0.00	27.86	9.00	
2019	I	17.94	27.50	9.00	9.50	20.63	17.55	32.67	0.00	0.00	34.36	10.88	0.00	23.11
	II	36.67	0.00	8.67	18.28	12.60	16.50	0.00	28.10	38.50	51.00	18.00	30.85	
2020	I	15.78	11.40	19.36	24.96	17.81	16.33	19.27	16.10	31.25	5.00	11.50	19.86	18.58
	II	37.44	16.50	26.06	18.05	43.25	17.39	11.43	17.63	15.83	7.78	12.63	13.33	
2021	I	13.17	7.63	11.36	6.50	16.79	9.50	13.97	12.42	18.53	22.82	32.94	26.54	18.16
	II	22.09	10.79	12.00	6.25	7.33	15.29	13.38	22.32	54.40	20.42	36.66	22.68	
2022	I	30.14	18.67	13.78	32.06	14.22	16.83	24.94	17.25	26.05	24.50	18.95	26.50	22.03
	II	28.29	20.07	25.94	14.92	21.64	24.00	10.59	36.86	27.13	9.96	15.11	30.25	



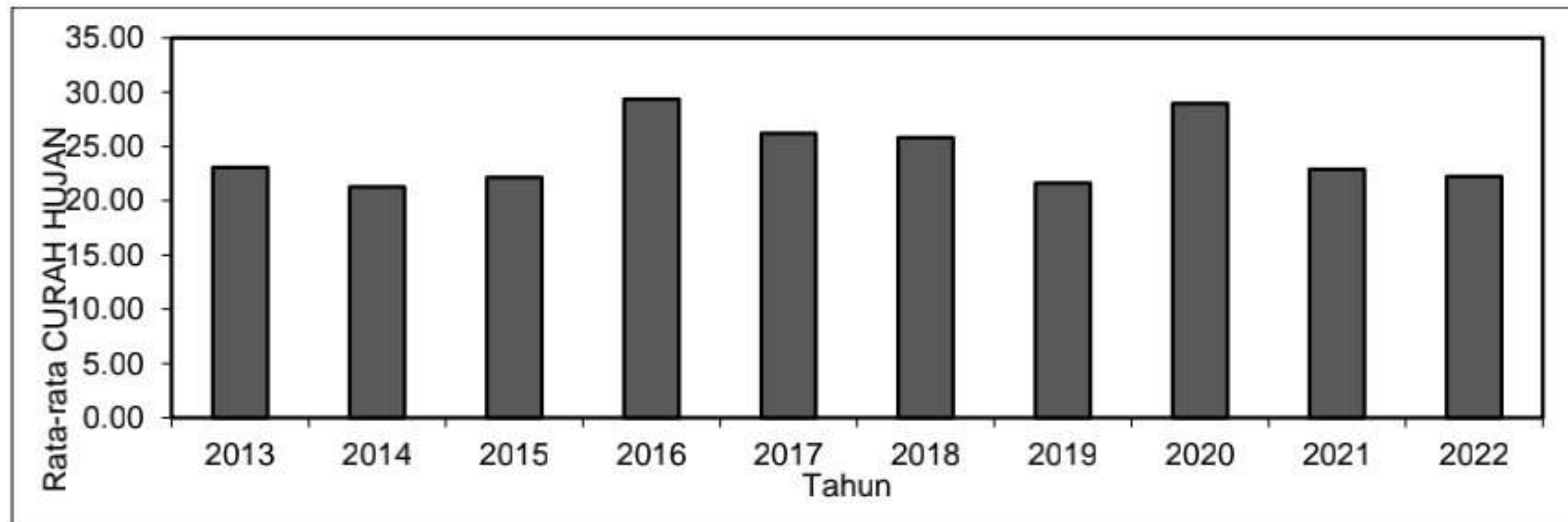
Gambar 12 Grafik Rata-Rata Curah Hujan Pertahun Stasiun Rongkong

2. Stasiun Curah Hujan Sabbang

Contoh perhitungan rata-rata data curah hujan setengah bulanan, pada bulan januari tahun 2013 yaitu : $49 + 5 + 7 / \text{Jumlah hari hujan setengah bulan} = 20,33$ mm. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat dari tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan Rata-Rata Curah Hujan setengah bulanan Stasiun Sabbang

Tahun	Periode	Bulan												Rata-rata
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2013	I	20.33	13.88	23.40	25.50	20.27	23.78	33.10	22.38	30.38	25.33	19.56	24.90	23.07
	II	14.00	24.33	23.83	30.14	21.64	11.83	23.88	21.67	28.40	24.60	16.29	30.33	
2014	I	0.00	20.40	29.33	21.88	17.20	30.90	22.73	34.67	18.00	2.00	26.50	35.20	21.29
	II	3.00	24.17	14.00	33.00	25.80	29.75	9.50	14.75	22.00	17.40	10.33	27.22	
2015	I	26.00	23.00	22.17	46.67	21.38	30.22	0.00	24.50	7.00	19.67	10.43	11.86	22.13
	II	26.00	23.00	22.17	46.67	21.38	30.22	0.00	24.50	7.00	19.67	10.43	11.86	
2016	I	15.67	37.11	19.60	21.75	14.25	41.78	16.80	14.00	21.14	18.86	29.44	33.50	29.34
	II	15.67	37.11	19.60	21.75	14.25	41.78	16.80	14.00	21.14	18.86	29.44	33.50	
2017	I	11.83	39.50	26.60	26.30	16.00	33.55	32.43	22.25	22.50	30.25	44.00	34.80	26.19
	II	24.31	28.50	33.73	18.90	21.91	22.71	12.75	17.80	18.43	20.88	26.45	42.14	
2018	I	27.73	34.22	43.55	26.50	19.86	23.00	42.20	17.43	14.25	4.29	14.71	78.40	25.80
	II	7.00	30.33	13.00	22.86	17.10	21.78	20.00	26.67	16.60	10.67	48.80	38.20	
2019	I	24.63	23.50	22.63	21.67	17.25	25.83	14.80	9.00	20.00	36.89	18.67	8.00	21.60
	II	28.75	42.20	23.67	54.50	25.10	13.25	9.63	24.14	15.20	11.00	13.33	14.89	
2020	I	18.00	31.14	39.89	31.55	28.55	20.88	23.25	13.29	48.92	23.42	21.40	73.44	28.94
	II	39.11	19.00	37.62	27.64	18.92	35.33	15.00	4.00	25.75	5.00	58.69	34.91	
2021	I	28.92	14.86	21.90	22.57	22.00	20.86	19.09	31.10	14.67	20.33	28.08	23.67	22.91
	II	33.45	9.83	25.25	18.50	31.67	20.45	11.10	29.36	44.86	20.50	20.86	16.00	
2022	I	10.75	22.00	21.75	10.83	20.96	31.55	28.29	14.42	9.14	15.08	24.50	45.50	0.00
	II	23.00	33.71	29.25	23.36	23.50	23.81	16.15	28.86	20.08	6.50	33.75	16.50	



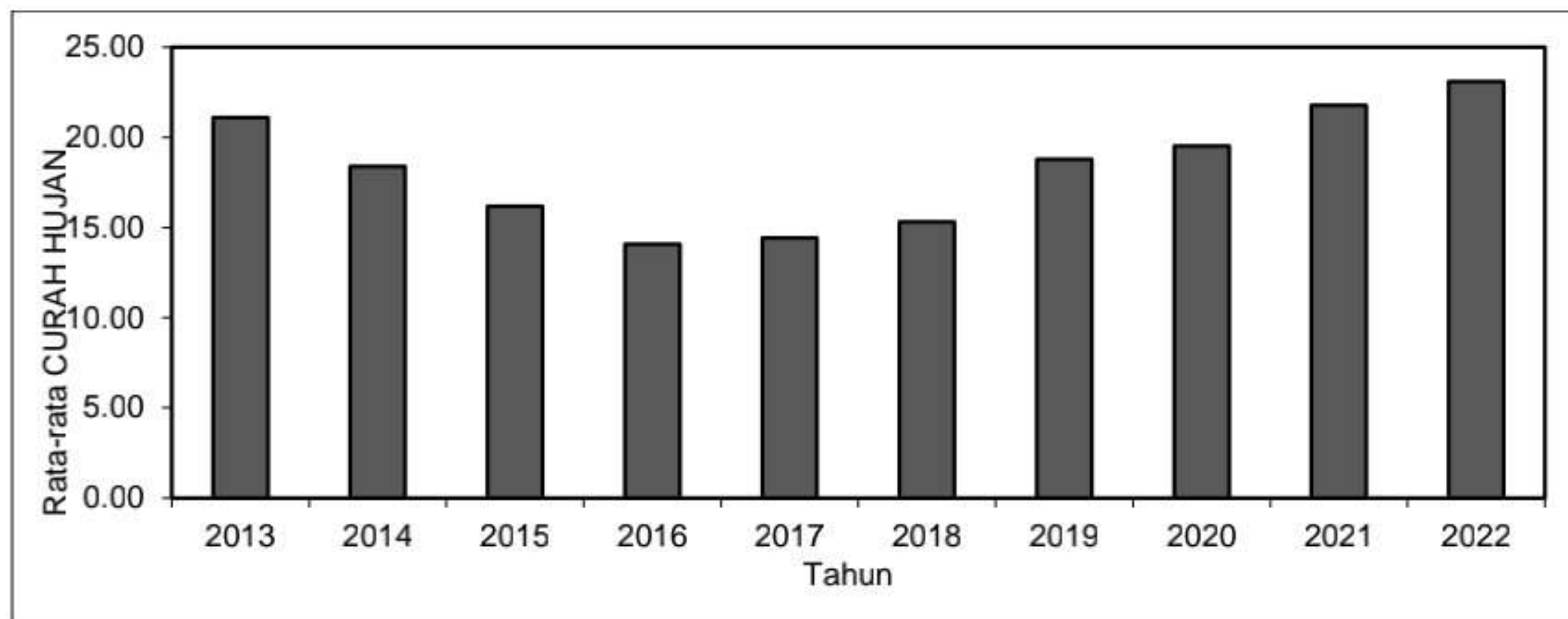
Gambar 13 Grafik Rata-Rata Curah Hujan Pertahun Stasiun Sabbang

3. Stasiun Curah Hujan Batu Sitanduk

Contoh perhitungan rata-rata data curah hujan setengah bulanan, pada bulan januari 1 tahun 2013 yaitu : $35 + 5 + 35 + 15 + 35 + 30$ / Jumlah hari hujan setengah bulanan = 25.83 mm. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat dari tabel 7.

Tabel 7 Perhitungan Rata-Rata curah hujan setengah bulanan Stasiun Batu Sitanduk

Tahun	Periode	Bulan												Rata-rata/Tahun
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2013	I	25.83	20.00	23.89	30.00	13.13	14.38	16.11	26.67	10.00	10.00	31.25	23.57	21.11
	II	18.33	29.38	26.25	23.13	15.00	18.75	8.00	26.25	26.25	25.83	21.67	23.00	
2014	I	25.00	22.50	34.17	20.83	21.67	20.71	19.58	8.33	19.29	10.00	37.50	17.08	18.39
	II	20.00	13.33	17.14	15.00	17.50	11.25	19.50	6.67	9.00	27.50	12.86	15.00	
2015	I	17.50	12.50	16.67	11.50	30.00	15.45	11.67	19.29	10.00	0.00	25.00	5.56	16.17
	II	13.57	14.38	21.82	11.11	12.78	20.00	11.67	7.50	30.00	20.00	11.00	23.00	
2016	I	11.67	22.22	10.63	21.25	21.43	17.22	0.00	0.00	10.00	10.00	21.11	20.00	14.08
	II	19.38	8.57	12.33	17.08	10.00	16.67	17.50	12.50	5.00	12.50	6.67	6.00	
2017	I	7.50	13.89	10.00	19.09	6.25	20.00	15.00	13.75	12.50	18.00	7.50	16.25	14.42
	II	15.63	15.00	14.50	14.17	25.00	12.50	10.00	10.00	15.00	30.56	14.00	10.00	
2018	I	28.33	6.67	9.23	15.56	11.82	10.00	13.75	20.20	17.86	8.00	22.50	6.88	15.32
	II	13.75	15.00	15.00	7.50	15.00	18.75	14.00	21.67	15.83	24.29	24.17	12.00	
2019	I	15.63	21.00	17.14	7.50	16.43	15.00	21.25	10.00	10.00	28.33	15.00	30.00	18.78
	II	20.00	25.00	13.75	32.86	23.57	15.63	13.75	17.50	20.00	12.50	19.00	30.00	
2020	I	34.00	23.00	17.22	22.50	16.43	19.09	12.75	0.00	0.00	13.33	17.50	25.00	19.51
	II	25.00	16.43	9.00	26.67	30.00	12.00	9.00	50.00	0.00	7.50	5.00	18.33	
2021	I	22.50	5.00	7.50	29.89	15.67	15.17	11.09	7.60	37.60	32.60	33.75	24.50	21.78
	II	24.17	10.00	20.56	20.14	18.13	30.17	14.50	43.50	21.14	23.40	26.67	27.57	
2022	I	36.50	26.50	10.20	27.00	17.33	16.00	19.50	30.33	22.11	31.00	19.43	19.00	23.11
	II	24.00	19.00	30.40	24.33	20.33	23.00	15.50	19.75	23.25	18.75	35.00	26.33	



Gambar 14 Grafik Rata-Rata Curah Hujan Pertahun Stasiun Batu Sitanduk

B. Uji Konsistensi Data dengan Metode Kurva Massa Ganda

Metode Kurva Massa Ganda adalah metode untuk mengecek validasi data dengan cara membandingkan hujan kumulatif tahunan suatu stasiun lain terhadap stasiun lain (Stasiun referensi).

Nilai kumulatif ini nantinya akan digambarkan pada system koordinat kartesiam $x - y$, apabila kurva yang terbentuk merupakan garis relative lurus berarti pencatatan di stasiun tersebut bisa dikatakan konsisten. Dimana nilai $1 \leq R \leq 1$. Data curah hujan Maksimum untuk stasiun DAS Rongkong dapat dilihat pada tabel 1, untuk stasiun Sabbang dapat dilihat pada tabel 2, dan untuk stasiun Batu Sitanduk dapat dilihat pada tabel 7.

1. Stasiun Curah Hujan DAS Rongkong

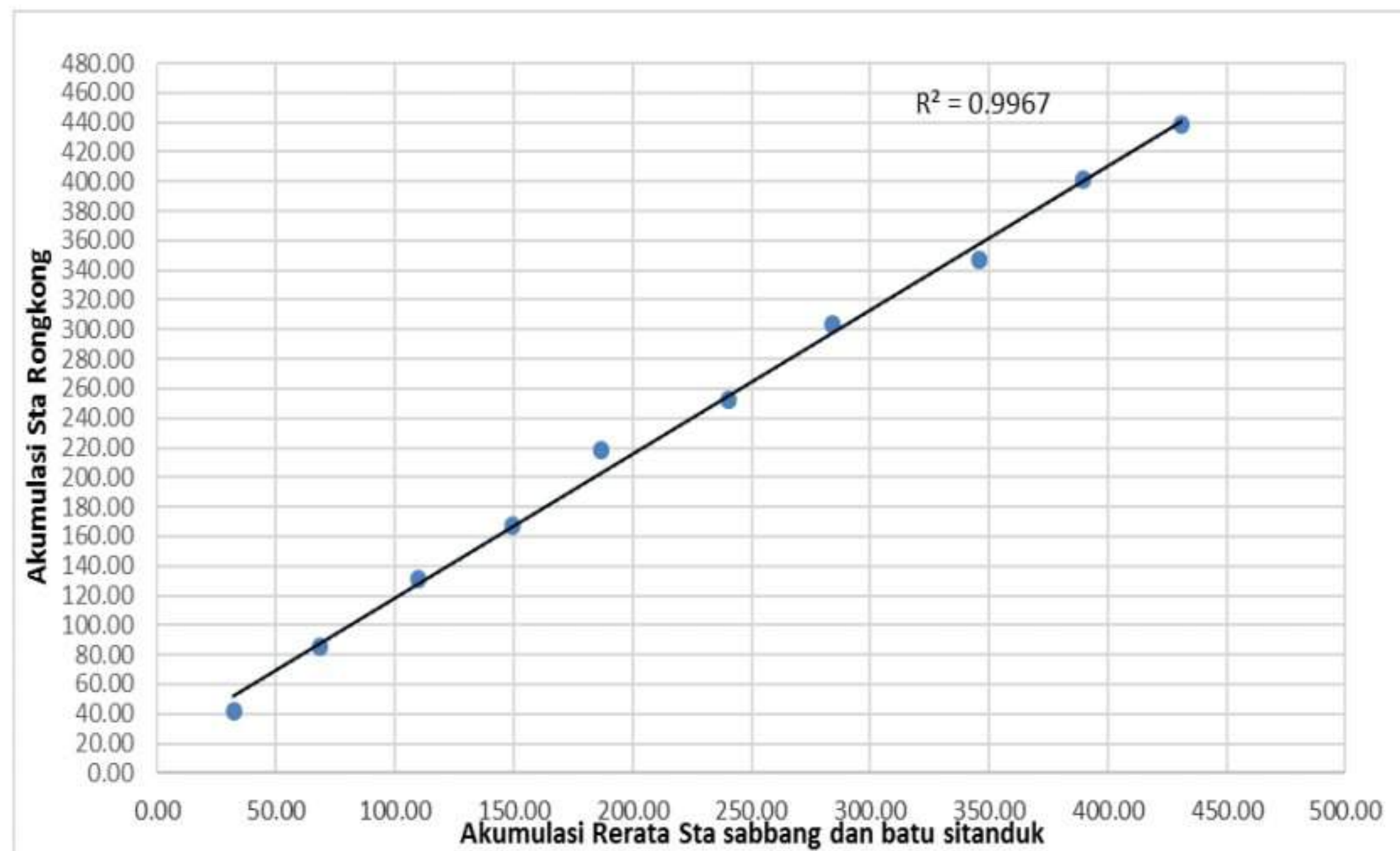
Perhitungan Uji Validasi data pada stasiun Rongkong tahun 2013 yang terdapat pada tabel 5 yaitu Hujan Maksimum = 42,07 mm, Hujan kumulatif stasiun rongkong yaitu stasiun rongkong tahun sebelumnya ditambah stasiun rongkong tahun 2013 = $0 + 42,07 = 42,07$ mm. Hujan tahunan rata-rata stasiun lain tahun

2013 yaitu stasiun Sabbang dan Batu sitanduk yaitu hujan rerata = $33,10 + 31,25 / 2 = 32,18$ mm. Hujan komulatif rerata stasiun lain yaitu hujan rerata stasiun lain sebelumnya ditambah hujan tahunan rerata stasiun lain tahun 2013 = $0 + 36,88 = 36,88$ mm. Untuk perhitungan selanjutnya stasiun rongkong dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Perhitungan Hasil Uji Konsistensi Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Rongkong

Tahun	Stasiun			Rerat St. Sabbang & Batu Sitanduk	Komulatif St. Rongkong	Komultif St. Sabbang & batu Sitanduk
	Rongkong	Sabbang	Batu Sitanduk			
2013	42.07	33.10	31.25	32.18	42.07	32.18
2014	43.00	35.20	37.50	36.35	85.07	68.53
2015	46.20	52.83	30.00	41.42	131.27	109.94
2016	35.82	57.00	22.22	39.61	167.09	149.55
2017	51.43	44.00	30.56	37.28	218.52	186.83
2018	34.25	78.40	28.33	53.37	252.77	240.20
2019	51.00	54.50	32.86	43.68	303.77	283.88
2020	43.25	73.44	50.00	61.72	347.02	345.60
2021	54.40	44.86	43.50	44.18	401.42	389.78
2022	36.86	45.50	36.50	41.00	438.28	430.78

Berdasarkan perhitungan uji validasi data stasiun curah hujan Rongkong pada tabel 8 berbentuk grafik relative lurus berarti pencatatan di stasiun rongkong bisa dikatakan konsisten, dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 15 Grafik Uji konsistensi Stasiun Rongkong

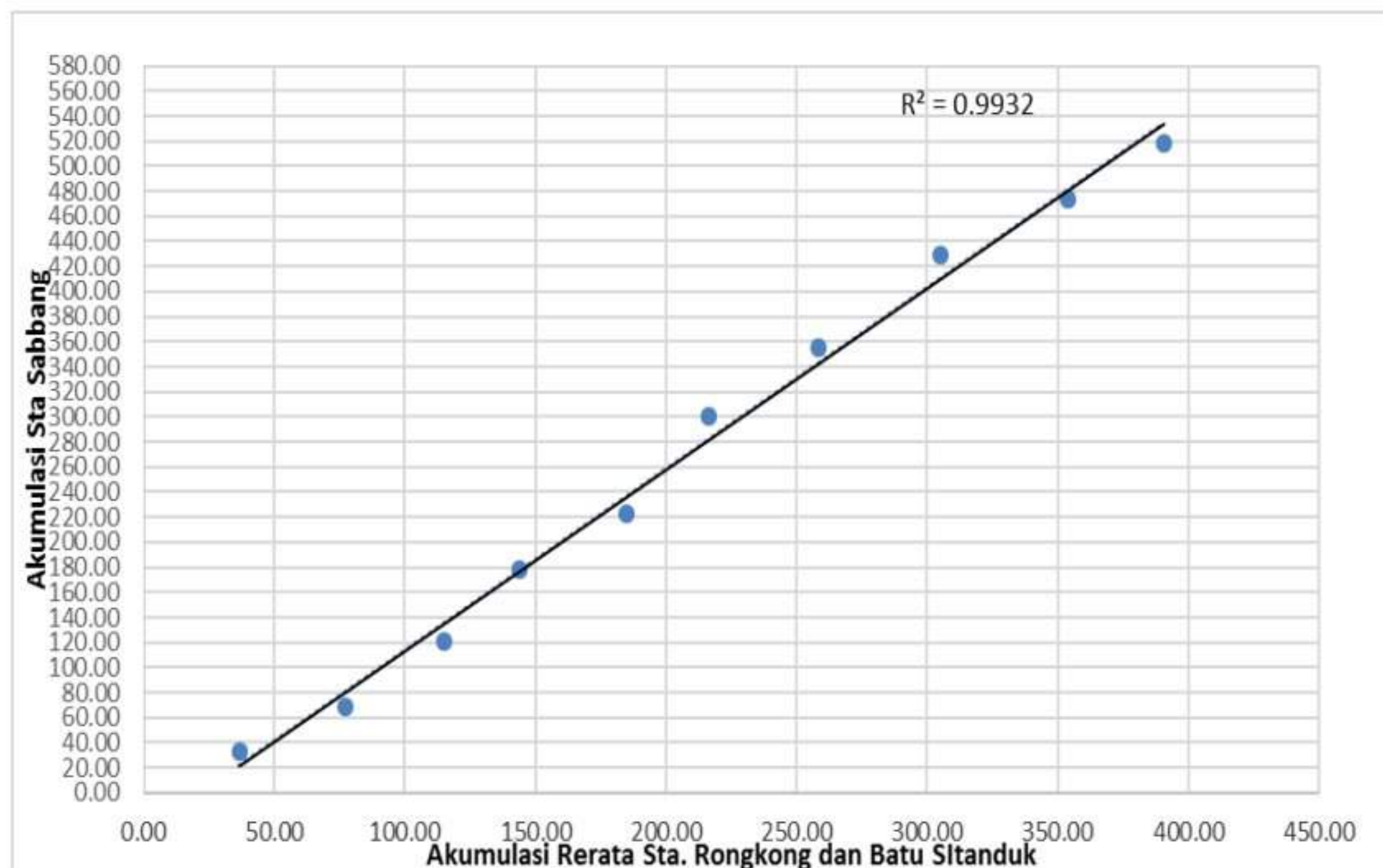
2. Stasiun Curah Hujan Sabbang

Perhitungan uji validasi data pada stasiun Sabbang tahun 2013 yang terdapat pada tabel 6 yaitu Hujan Maksimum = 33,10 mm, Hujan komulatif stasiun Sabbang yaitu stasiun Sabbang tahun sebelumnya ditambah stasiun rongkong tahun 2013 = $0 + 33,10 = 33,10$ mm. Hujan tahunan rata-rata stasiun lain tahun 2013 yaitu stasiun Rongkong dan Batu sitanduk yaitu hujan rerata = $42,07 + 31,25 / 2 = 36,66$ mm. Hujan komulatif rerata stasiun lain yaitu hujan rerata stasiun lain sebelumnya ditambah hujan tahunan rerata stasiun lain tahun 2013 = $0 + 36,66 = 36,66$ mm. Untuk perhitungan selanjutnya stasiun rongkong dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9 Perhitungan Hasil Uji konsistensi Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Sabbang

Tahun	Stasiun			Rert St. Rongkong & Batu sitanduk	Komulatif St. Sabbang	Komulatif St. Rongkong & batu sitanduk
	Rongkong	Sabbang	Batu Sitanduk			
2013	42.07	33.10	31.25	36.66	33.10	36.66
2014	43.00	35.20	37.50	40.25	68.30	76.91
2015	46.20	52.83	30.00	38.10	121.13	115.01
2016	35.82	57.00	22.22	29.02	178.13	144.03
2017	51.43	44.00	30.56	40.99	222.13	185.02
2018	34.25	78.40	28.33	31.29	300.53	216.31
2019	51.00	54.50	32.86	41.93	355.03	258.24
2020	43.25	73.44	50.00	46.63	428.48	304.87
2021	54.40	44.86	43.50	48.95	473.33	353.82
2022	36.86	45.50	36.50	36.68	518.83	390.50

Berdasarkan perhitungan uji validasi data stasiun curah hujan Sabbang pada tabel 5 berbentuk grafik relative lurus berarti pencatatan di stasiun Sabbang bisa dikatakan konsisten, dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 16 Grafik Uji konsistensi Stasiun Sabbang

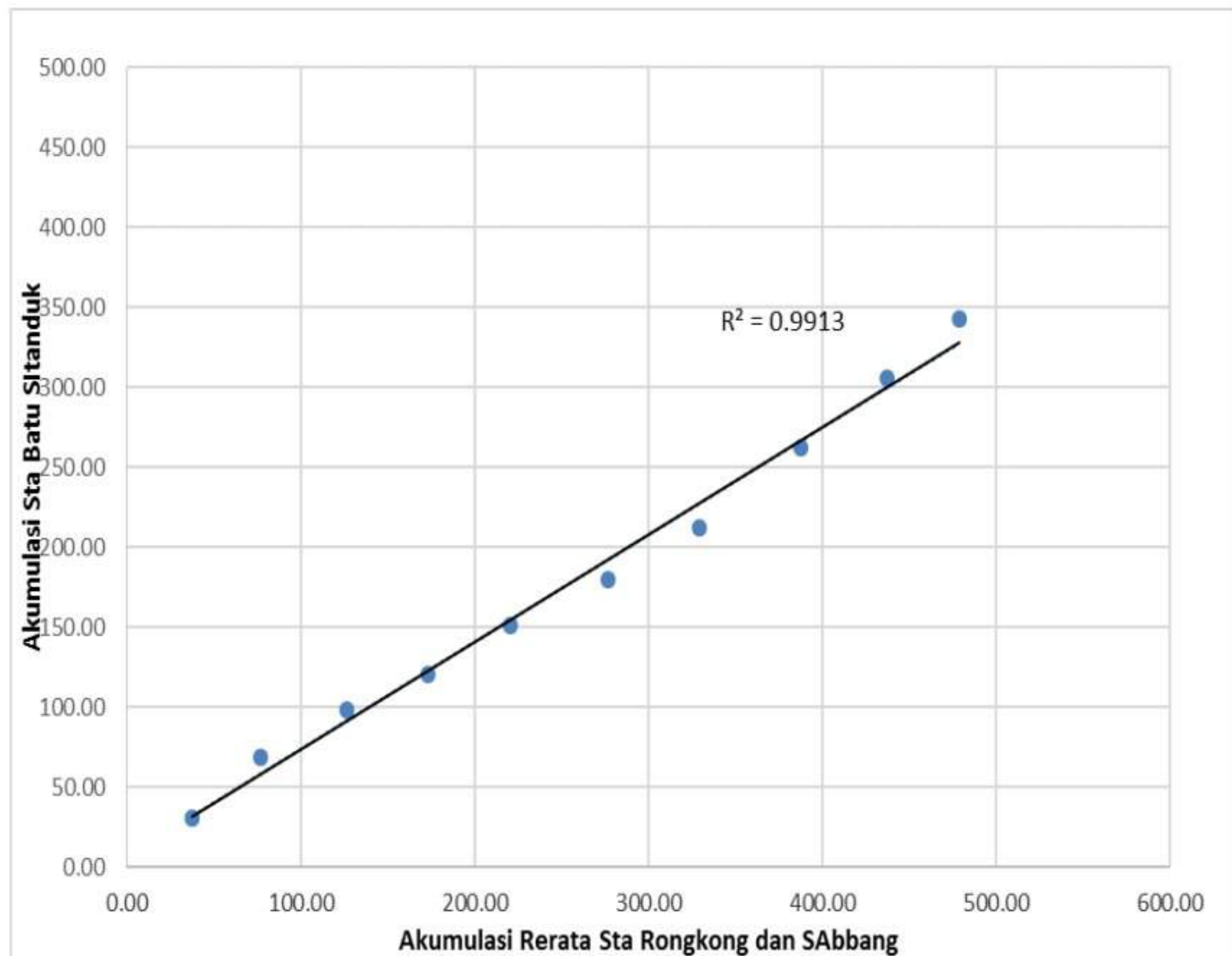
Stasiun Curah Hujan Batu Sitanduk

Perhitungan uji validasi data pada stasiun Batu Sitanduk tahun 2013 yang terdapat pada tabel 8 yaitu Hujan Maksimum = 31,25 mm, Hujan komulatif stasiun Batu sitanduk yaitu stasiun Batu sitanduk tahun sebelumnya ditambah stasiun batu sitanduk tahun 2013 = $0 + 31,25 = 31,25$ mm. Hujan tahunan rata-rata stasiun lain tahun 2013 yaitu stasiun Rongkong dan Sabbang yaitu hujan rerata = $42,07 + 33,10 / 2 = 37,59$ mm. Hujan komulatif rerata stasiun lain yaitu hujan rerata stasiun lain sebelumnya ditambah hujan tahunan rerata stasiun lain tahun 2013 = $0 + 37,59 = 37,59$ mm. Untuk perhitungan selanjutnya stasiun rongkong dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 Perhitungan Hasil Uji Konsistensi Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Batu Sitanduk

Tahun	Stasiun			Rert St. Rongkong & Sabbang	Komulatif Bt. Sitanduk	Komulatif St. Rongkong & Sabbang
	Rongkong	Sabbang	Batu Sitanduk			
2013	42.07	33.10	31.25	37.59	31.25	37.59
2014	43.00	35.20	37.50	39.10	68.75	76.69
2015	46.20	52.83	30.00	49.52	98.75	126.20
2016	35.82	57.00	22.22	46.41	120.97	172.61
2017	51.43	44.00	30.56	47.71	151.53	220.33
2018	34.25	78.40	28.33	56.33	179.86	276.65
2019	51.00	54.50	32.86	52.75	212.72	329.40
2020	43.25	73.44	50.00	58.35	262.72	387.75
2021	54.40	44.86	43.50	49.63	306.22	437.38
2022	36.86	45.50	36.50	41.18	342.72	478.56

Berdasarkan perhitungan uji validasi data stasiun curah hujan Sabbang pada tabel 10 berbentuk grafik relative lurus berarti pencatatan di stasiun Sabbang bisa dikatakan konsisten, dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 17 Grafik Uji konsistensi Stasiun Batu Sitanduk

C. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Metode Polygon Thiessen

Curah hujan rata-rata bulanan Stasiun Rongkong Pada bulan januari 1 tahun 2013 yaitu $4,33 + 16,38 = 20,71$ mm. Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11 Curah Hujan Rata-rata setengah bulan Stasiun Rongkong

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2013	20.71	25.92	31.67	62.69	38.21	33.67	31.17	16.75	30.50	19.80	35.84	24.23
2014	29.29	31.09	29.30	24.73	33.50	29.30	55.75	58.67	24.25	40.00	36.83	58.17
2015	36.27	16.92	47.58	33.83	30.30	28.10	33.36	26.00	10.00	31.50	18.43	22.28
2016	20.18	56.78	47.03	58.78	32.45	40.99	11.60	21.50	20.88	48.02	63.35	35.00
2017	40.00	25.50	18.00	28.86	56.43	31.59	49.70	31.45	29.42	27.15	70.45	54.13
2018	38.25	46.03	47.56	40.73	32.39	32.60	10.00	25.88	26.28	10.50	63.51	26.21
2019	54.61	27.50	17.67	27.78	33.23	34.05	32.67	14.05	19.25	85.36	32.00	30.85
2020	53.22	27.90	45.42	43.01	61.06	33.73	30.70	33.73	39.17	12.78	80.09	33.19
2021	35.26	18.41	23.36	12.75	24.12	24.79	27.34	23.58	45.73	43.23	48.94	49.22
2022	58.43	38.74	39.72	46.97	35.86	40.83	35.54	35.68	39.61	34.46	58.25	56.75

Curah hujan rata-rata setengah bulanan Stasiun Sabbang Pada bulan januari 1 tahun 2013 yaitu $20.33 + 14.00 = 34,33$ mm. Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12 Curah Hujan Rata-rata bulan Stasiun Sabbang

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2013	34.33	38.21	47.23	55.64	41.91	35.61	56.98	44.04	58.78	49.93	35.84	55.23
2014	3.00	44.57	43.33	54.88	43.00	60.65	32.23	49.42	40.00	19.40	36.83	62.42
2015	39.43	70.50	35.27	84.42	33.75	46.62	14.88	47.50	16.00	72.50	18.43	29.66
2016	43.47	88.68	64.20	59.21	44.75	89.90	38.47	31.71	41.48	48.49	63.35	90.50
2017	36.14	68.00	60.33	45.20	37.91	56.26	45.18	40.05	40.93	51.13	70.45	76.94
2018	34.73	64.56	56.55	49.36	36.96	44.78	62.20	44.10	30.85	14.95	63.51	116.60
2019	53.38	65.70	46.29	76.17	42.35	39.08	24.43	33.14	35.20	47.89	32.00	22.89
2020	57.11	50.14	77.50	59.18	47.46	56.21	38.25	17.29	74.67	28.42	80.09	108.35
2021	62.37	24.69	47.15	41.07	53.67	41.31	30.19	60.46	59.52	40.83	48.94	39.67
2022	33.75	55.71	51.00	34.20	44.46	55.35	44.45	43.28	29.22	21.58	58.25	62.00

Curah hujan rata-rata setengah bulanan Stasiun Batu Sitanduk Pada bulan januari 1 tahun 2013 yaitu $25,83 + 18,33 = 44,17$ mm. Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13 Curah Hujan Rata-rata setengah bulan Stasiun Batu Sitanduk

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2013	44.17	49.38	50.14	53.13	28.13	33.13	24.11	52.92	36.25	35.83	52.92	46.57
2014	45.00	35.83	51.31	35.83	28.33	31.96	39.08	21.67	28.29	37.50	50.36	32.08
2015	31.07	26.88	38.48	22.61	27.78	35.45	23.33	34.29	40.00	20.00	36.00	28.56
2016	31.04	30.79	22.96	38.33	20.71	33.89	17.50	25.00	15.00	32.50	27.78	26.00
2017	23.13	28.89	24.50	33.26	31.25	32.50	25.00	33.75	27.50	48.56	21.50	26.25
2018	42.08	21.67	24.23	23.06	26.82	28.75	27.75	63.53	33.69	40.29	46.67	18.88
2019	35.63	46.00	30.89	40.36	40.00	30.63	35.00	27.50	30.00	40.83	34.00	30.00
2020	59.00	39.43	26.22	49.17	46.43	31.09	21.75	50.00	0.00	20.83	22.50	43.33
2021	46.67	15.00	28.06	50.03	33.79	45.33	25.59	51.10	58.74	39.70	60.42	38.29
2022	60.50	45.50	40.60	51.33	29.00	39.00	35.00	50.08	45.36	34.25	54.43	45.33

Polygon Thiessen di DAS Rongkong dengan menggunakan tiga stasiun hujan dapat dilihat pada gambar.

Dari polygon thiessen tersebut dapat dihitung luas masing-masing wilayah stasiun curah hujan dengan menggunakan tool yang ada pada program arcgis. Perhitungan menunjukkan luas pengaruh hujan yaitu Stasiun Rongkong = 981,016 km², Stasiun Sabbang = 355,027 km², Stasiun Batu Sitanduk = 391,991 km².

Kemudian menghitung koefisien thiessen berdasarkan luasan masing-masing stasiun curah hujan dengan menggunakan rumus pada bab II adalah $W_n = A_n / A_t$ yaitu curah hujan Rongkong = $981,016 / 1728,034 = 0,568$, curah hujan Sabbang = $355,027 / 1728,034 = 0,205$, curah hujan Batu Sitanduk = $391,991 / 1728,034 = 0,227$.

Curah hujan rerata setengah bulanan dengan Metode Polygon Thiessen dapat dihitung menggunakan rumus pada bab II. Untuk Curah Hujan setengah bulanan Stasiun Rongkong dapat dilihat pada tabel 7, untuk Curah Hujan setengah

bulanan Stasiun Sabbang dapat dilihat pada tabel 8, untuk Curah Hujan setengah bulanan Stasiun Batu sitanduk dapat dilihat pada tabel 9.

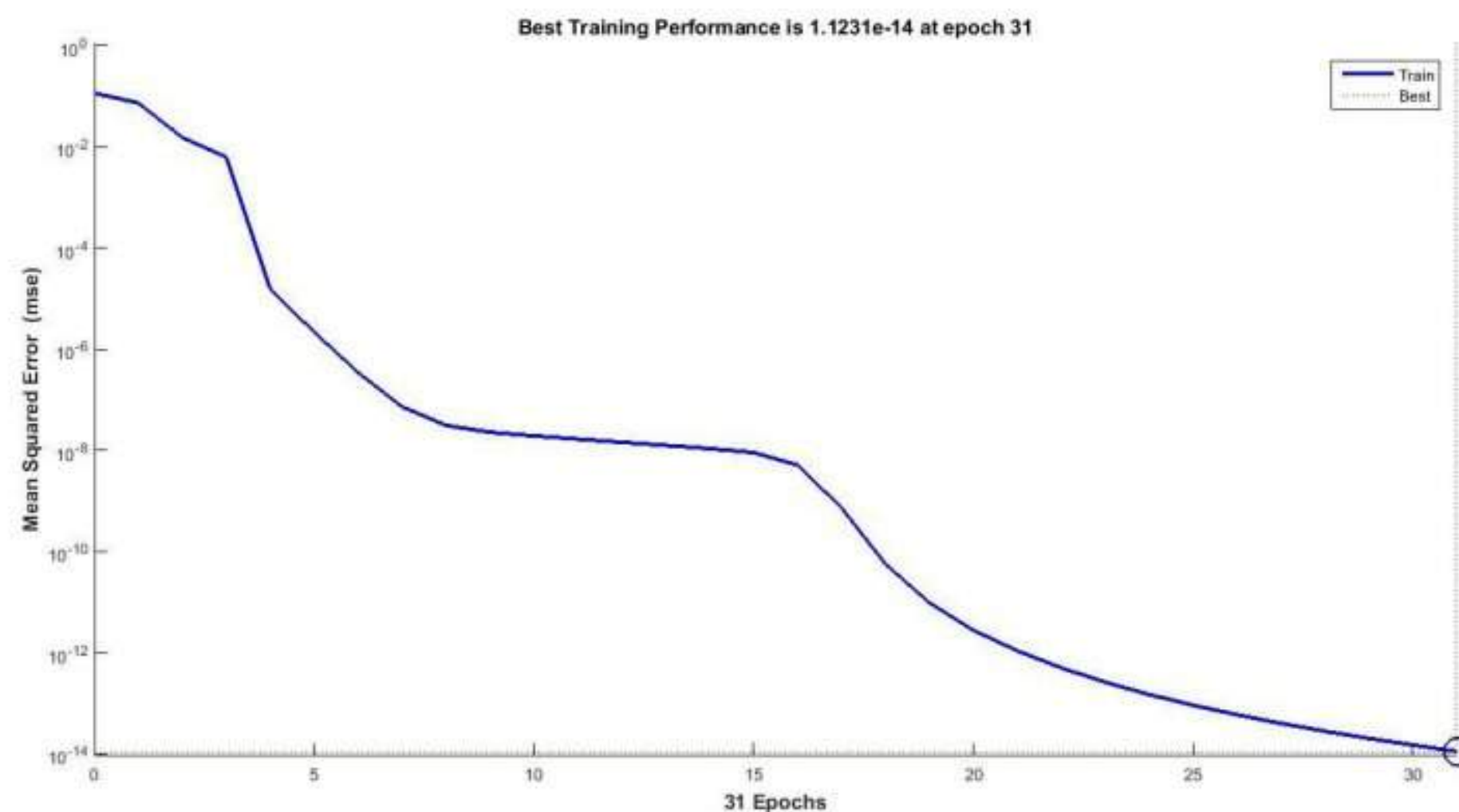
Untuk perhitungan Curah Hujan rerata Metode Polygon Thiessen untuk ketiga stasiun pada bulan Januari tahun 2013 terdapat diperhitungan koefisien Thiessen berdasarkan luasan masing-masing stasiun curah hujan ditambah curah hujan setengah bulanan pada tabel 7 adalah $R = W_1 \cdot R_1 + W_2 \cdot R_2 \dots \dots + W_n \cdot R_n$ yaitu $R = 20,71 \cdot 0,568 + 34,33 \cdot 0,205 + 44,17 \cdot 0,227 = 28,83$ mm. Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14 Perhitungan Curah hujan Wilayah Rata-Rata bulanan Metode Polygon Thiessen

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2013	28.83	33.76	39.06	59.07	36.68	33.94	34.87	30.56	37.61	29.63	25.04	35.67
2014	27.45	34.93	37.18	33.44	34.28	36.35	47.14	48.37	28.40	35.20	37.32	53.12
2015	35.74	30.18	42.98	41.68	30.44	33.57	27.29	32.30	18.04	37.31	22.74	25.22
2016	27.43	57.44	45.10	54.23	32.31	49.43	18.46	24.39	23.77	44.60	53.04	44.36
2017	35.38	35.00	28.17	33.21	46.91	36.87	43.17	33.74	31.35	36.93	45.65	52.49
2018	38.40	44.31	44.11	38.49	32.07	34.23	24.75	38.16	28.90	18.17	46.97	43.12
2019	50.05	39.54	26.55	40.57	36.64	34.30	31.50	21.02	24.97	67.56	30.68	29.02
2020	55.33	35.08	47.66	47.73	54.95	37.75	30.22	34.04	37.58	17.82	35.25	50.93
2021	43.42	18.93	29.31	27.03	32.38	32.84	27.53	37.40	51.52	41.94	63.27	44.78
2022	53.83	31.18	42.24	20.70	36.07	43.40	37.24	40.51	38.78	31.77	43.65	55.24

D. Analisis Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropogation Menggunakan Software MATLAB R2015a

Dalam Analisis ini, Proses Validasi digunakan untuk memberi gambaran perbandingan antara data Curah hujan lapangan dengan data Curah hujan Jaringan Syaraf Tiruan. Sebelum masuk tahap validasi data, terlebih dahulu dilakukan kalibrasidan verivikasi data. Kalibrasi menggunakan proses optimalisasi nilai parameter untuk meningkatkan koherensi antara respon hidrologi.



Gambar 18 Grafik MSE

Pada hasil Training dari Software MATLAB menghasilkan nilai pada training dengan epoch 1000 yang disajikan pada Gambar 27. Gambar 27 Merupakan hasil *ploting mean square error* (MSE) dengan menunjukkan perform train. Gambar 19 menghasilkan perform validasi terbaik pada epoch 31 dengan nilai 1,1231E-14.

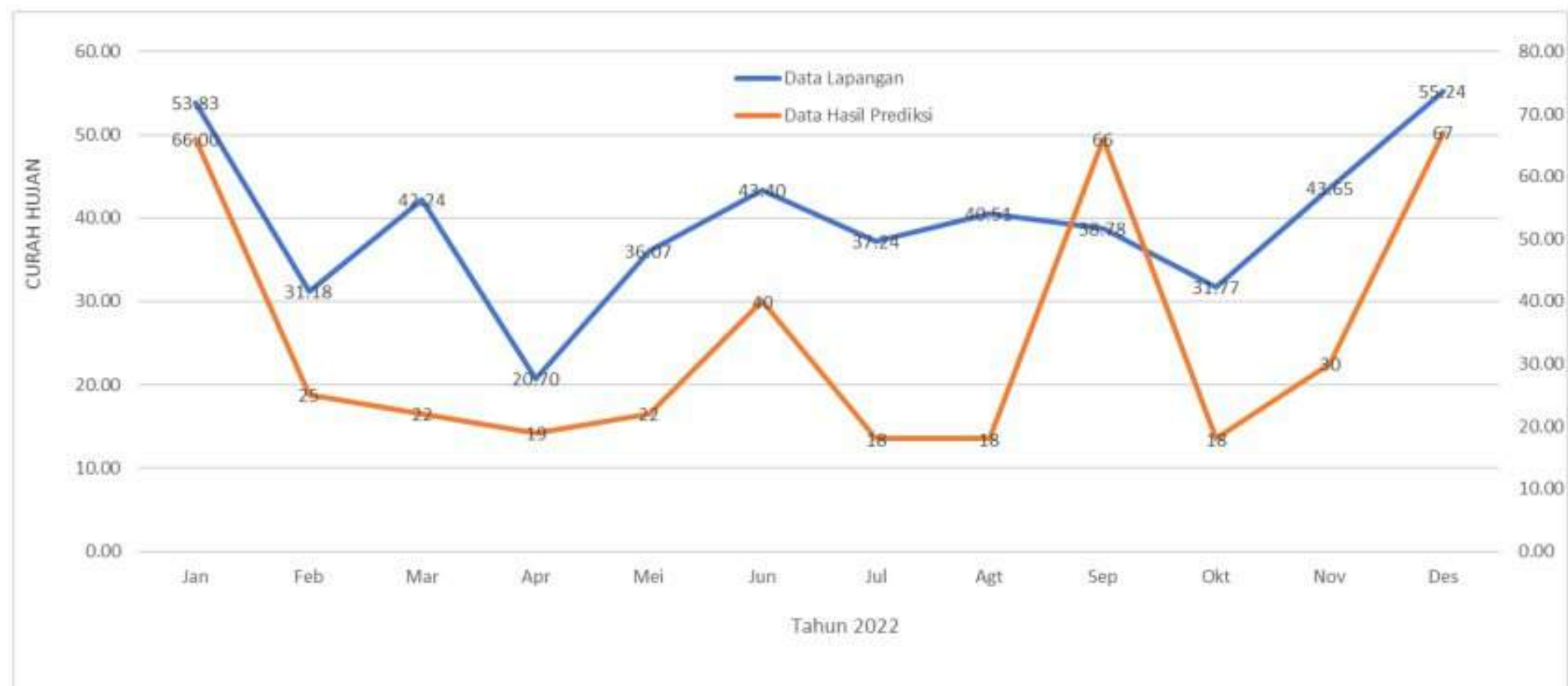


Gambar 19 Grafik Hasil Prediksi Curah Hujan Keluaran JST Tahun 2022

Pada Hasil Prediksi menggunakan Software MATLAB didapatkan Nilai yang disajikan pada Gambar 21 adalah Grafik hasil prediksi curah hujan keluaran JST Tahun 2022 bulan Januari : 66 mm, Februari : 25 mm, Maret : 22 mm, April : 19 mm, Mei : 22 mm, Juni : 40 mm, Juli : 18 mm, Agustus : 18 mm, September : 66 mm, Oktober : 18 mm, November : 30 mm, Desember : 67 mm .

Tabel 14 Data Curah Hujan Wilayah dan Data Hasil Prediksi JST Tahun 2022

Bulan	Data Curah Hujan Wilayah	Data Hasil Prediksi JST	Selisih	Keterangan
Januari	53.83	66.00	12.17	Memenuhi
Februari	31.18	25.00	6.18	Memenuhi
Maret	42.24	22.00	20.24	Tidak Memenuhi
April	20.70	19.00	1.70	Memenuhi
Mei	36.07	22.00	14.07	Memenuhi
Juni	43.40	40.00	3.40	Memenuhi
Juli	37.24	18.00	19.24	Tidak Memenuhi
Agustus	40.51	18.00	22.51	Tidak Memenuhi
September	38.78	66.00	27.22	Tidak Memenuhi
Oktober	31.77	18.00	13.77	Memenuhi
November	43.65	30.00	13.65	Memenuhi
Desember	55.24	67.00	11.76	Memenuhi



Gambar 20 Grafik Perbandingan antara data lapangan dengan data hasil JST

Perbandingan data lapangan yang diambil dari hasil perhitungan Polygon Thiessen dengan data hasil prediksi Metode JST pada bulan Maret, Juli, Agustus dan September mengalami penurunan sehingga hasil prediksi JST berbeda jauh dari data curah hujan wilayah perhitungan polygon sehingga hasilnya tidak memenuhi. Penyebab dari hasil yang tidak memenuhi yaitu diduga karna rentang data yang digunakan kurang panjang.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai Analisis Curah Hujan terhadap debit limpasan menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Di DAS Rongkong dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan Hasil prediksi Curah hujan Pada Tahun 2022 Metode Jaringan Syaraf Tiruan BackPropogation. Bulan Januari : 66 mm, Februari : 25 mm, Maret : 22 mm, April : 19 mm, Mei : 22 mm, Juni : 40 mm, Juli : 18 mm, Agustus : 18 mm, September : 66 mm, Oktober : 18 mm, November : 30 mm, Desember : 67 mm.
2. Berdasarkan Perbandingan data lapangan yang diambil dari hasil perhitungan Polygon Thiessen dengan data hasil prediksi Metode JST Pada bulan Maret, Juli, Agustus dan September Mengalami Penurunan Sehingga hasil prediksi JST berbeda jauh dari data curah hujan wilayah perhitungan polygon sehingga hasilnya tidak memenuhi.

B. Saran

Dari hasil penelitian mengenai prediksi curah hujan wilayah menggunakan metode jaringan syaraf tiruan Backpropagation di DAS Rongkong dapat diberikan saran menggunakan rentang data yang lebih panjang untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abelia, R., Ruslan, Laome, L., Baharuddin, Makkulau, & Agusrawati. (2022). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Peramalan Curah Hujan Di Kota Kendari. *Jurnal Matematika, Komputasi Dan Statistika*, 2, 1–7.
- Buku Pengantar Hidrologi 2020. penulis : Annisa Salsabila & Irma Lusi Nugraheni
- Buku Jaringan Syaraf Tiruan 2020. Penulis: Agus Perdana Windarto, Darmeli Nasution, Anjar Wanto Frinto Tambunan, Muhammad Said Hasibuan Muhammad Noor Hasan Siregar, Muhammad Ridwan Lubis Solikhun, Yusra Fadhillah, Dicky Nofriansyah . Penerbit: Yayasan Kita Menulis
- Buku Panduan Belajar MATLAB 2016. Penulis : Wahyu Caesarendra, ST, M.Eng, Mochammad Ariyanto, ST.
- Chandy, P. M., Suhartanto, E., & Wahyuni, S. (2019). Analisa Hujan Limpasan Di Sub Das Gongseng Bojonegoro Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 24(2), 130. <https://doi.org/10.32497/wahanats.v24i2.1730>
- Dermawan, V., Soetopo, W., & Alpikarigo, J. (2020). Pemodelan Debit Sungai Kahayan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Berdasarkan Data Hujan dan Evapotranspirasi. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(1), 37–46. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.01.05>
- Gunawan, G. (2019). Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 47–58. <https://doi.org/10.33369/ijts.9.1.47-58>
- Kiki, K., & Kusumadewi, S. (2004). Jaringan Saraf Tiruan dengan Metode Backpropagation untuk Mendeteksi Gangguan Psikologi. *Media Informatika*, 2(2), 1–11. <https://doi.org/10.20885/informatika.vol2.iss2.art1>
- Prediksi curah hujan menggunakan metode backpropagation
<https://youtu.be/XZtpUzPyFSg>
- Sofian, I. (2017). Metode Peramalan Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation (Studi Kasus Peramalan Curah Hujan Kota Palembang). *Jurnal Mipa*, 40(2), 87–91.
- Suhardi, Sulaksono, H. B., & Halik, G. (2017). Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) Untuk Analisis Debit Das Bedadung Di Kabupaten Jember. *Konferensi Nasional Teknik Sipil Dan Infrastruktur – I*, 35–43.
- Suhartanto, E., Cahya, E. N., & Maknun, L. (2019). Analisa Limpasan Berdasarkan

Curah Hujan Menggunakan Model Artificial Neural Network (Ann) Di Sub Das Brantas Hulu. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(2), 134–144. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2019.010.02.07>

Sutawinaya, I. P., Gede, I. N., Astawa, A., Kadek, N., & Hariyanti, D. (2017). Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan Pada Peramalan Curah Hujan. *Jurnal Logic*, 17(2), 92–97.

Verdhi D. Oktoprianica, Ery Suhartanto, & Sri Wahyuni. (2020). Analisa Curah Hujan Terhadap Debit Limpasan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) Backpropagation Di Das Welang. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 301–314.



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat kantor: Jl. Sultan Alauddin No.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Syahrul Rahman

Nim : 105811111319

Program Studi : Teknik Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	14 %	25 %
3	Bab 3	5 %	10 %
4	Bab 4	2 %	10 %
5	Bab 5	0 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 15 Agustus 2023

Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



BAB I Syahrul Rahman

10581111319

by Tahap Tutup

Submission date: 11-Aug-2023 02:06PM (UTC+0700)

Submission ID: 2144327949

File name: bab1.docx (41.52K)

Word count: 854

Character count: 5479

14%

SIMILARITY INDEX



14%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

digitib.unsila.ac.id
Internet Source

2%

2

repository.unhas.ac.id
Internet Source

2%

3

www.beritazona.com
Internet Source

2%

4

docobook.com
Internet Source

2%

5

123dok.com
Internet Source

2%

6

smamuhammadiahtasikmalayageo.blogspot.com
Internet Source

2%

7

www.guntara.com
Internet Source

2%

8

skripsi.tunasbangsa.ac.id
Internet Source

2%

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

1

digilibadmin.unismuh.ac.id

Internet Source

3%

2

jurnal.untan.ac.id

Internet Source

2%

3

repository.radenfatah.ac.id

Internet Source

2%

4

Sitti Najmia Rifai, Amil Ahmad Ilham, Andani Achmad. "Temporal Forecasting System of Potential Catching Areas of Skipjack Tuna in Bone Sea Using Artificial Neural Network", 2022 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs), 2022

Publication

2%

5

jualskripsitekniksipil.blogspot.com

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

BAB II Syahrul Rahman

10581111319

by Tahap Tutup

Submission date: 11-Aug-2023 02:08PM (UTC+0700)

Submission ID: 2144328463

File name: bab2.docx (425.08K)

Word count: 3850

Character count: 23460

BAB III Syahrul Rahman

10581111319

by Tahap Tutup

Submission date: 11-Aug-2023 02:08PM (UTC+0700)

Submission ID: 2144328655

File name: bab3.docx (346.23K)

Word count: 524

Character count: 3286



5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

bbws-pompenganjeneberang.org

Internet Source

3%

2

123dok.com

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

BAB IV Syahrul Rahman

10581111319

by Tahap Tutup

Submission date: 11-Aug-2023 02:09PM (UTC+0700)

Submission ID: 2144328858

File name: bab4.docx (376.48K)

Word count: 1490

Character count: 8135

QUALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX



2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

turnitin
jurnalpengajaran.ub.ac.id
Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches 2%

BAB V Syahrul Rahman

10581111319

by Tahap Tutup

Submission date: 11-Aug-2023 02:10PM (UTC+0700)

Submission ID: 2144329023

File name: bab5.docx (31.54K)

Word count: 168

Character count: 913

QUALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX



INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On