

TUGAS AKHIR
ANALISIS VISKOSITAS DI DAS SADDANG
DENGAN *DIGITAL VISCOMETER* NDJ-8S



Disusun Oleh :

ZIENDI ZETIAWAN YANWAR

D111 14 032

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2019





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Jalan Poros Malino Km. 6 Gowa, 92171, Sulawesi Selatan
☎ (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015.
http://civil.eng.unhas.ac.id. E-mail: teknik@unhas.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

Judul : Analisis Viskositas di DAS Saddang Menggunakan Digital Viscometer NDJ-8s

Disusun Oleh :

Nama : Ziendi Zetiawan Yanwar D111 14 032

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Makassar, 25 Januari 2019

Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T.
Nip. 196703191992032010

Pembimbing II

Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, S.T., M.T.
Nip. 197305121999031002

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil,



Prof. Dr. H. M. Wihardj Tiarong, ST., M. Eng.
Nip. 195805292001121002

JTS-Unhas :/TA.02.14/2018



Viscosity Analysis in the Saddang Watershed with Digital Viscometer NDJ-8S

Ziendi Zetiawan Yanwar

Bachelor Degree of Student Civil Engineering Study

Program

Departement of Civil Engineering Faculty of Engineering Hasanuddin University

Poros Malino Street Km 6 Bontomarannu, 92172 Gowa, South Sulawesi –

Indonesia

E-mail : ziendi.saijuro21@gmail.com

Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa M.Eng

Supervisor 1

Faculty of Engineering Hasanuddin University

Poros Malino Street Km 6 Bonto Marannu

Gowa, Sulawesi Selatan – Indonesia

Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST. MT

Supervisor 2

Faculty of Engineering Hasanuddin University

Poros Malino Street Km 6 Bonto Marannu

Gowa, Sulawesi Selatan – Indonesia

ABSTRACT

Viscosity or thickness is a fluid property to resist shear stress when flowing, the level of thickness can also be defined as the amount of fluid resistance when flowing under the influence of the pressure applied. The relationship between the mechanical forces of a fluid is constant in relation to friction. This relationship applies to Newton's fluid, where the ratio of shear stress and shear speed is constant. One of the factors that influence the value of viscosity is temperature and solution concentration (turbidity level). This research uses *Digital Viscometer NDJ-8S* to determine the viscosity value in the Saddang watershed. The basic principle used is to insert the inhibitor into the fluid and then rotate it. The slower the rotation rate the higher the viscosity value. Based on the research the average viscosity value in the Buntu River is 55,667 Mpa.s with an accuracy percentage of 50.99% and percentage based on formula 55.667% and in Sungai Mata Allo the average viscosity value is 48,208 Mpa.s with an accuracy rate of 56.213% and percentage based on formula 48.21%. By connecting to other parameters such as temperature, thickness, flow velocity, and river discharge. Based on this, it is known that the effect of temperature on the viscosity is inversely proportional, the higher the temperature the viscosity will decrease. The effect of turbidity on viscosity is directly proportional, where the higher the level of turbidity or sediment concentration, the viscosity will also increase. The effect of velocity on viscosity is inversely proportional, where the faster the flow rate, the viscosity will decrease. The effect of the discharge on viscosity is inversely proportional, where as the discharge increases the viscosity will decrease.

Keywords: Viscosity, *Digital Viscometer*, Saddang Watershed.



Analisis Viskositas di DAS Saddang dengan *Digital Viskometer* NDJ-8S

Ziendi Zetiawan Yanwar

Mahasiswa S1 Program Studi Teknik Sipil
Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jalan Poros Malino Km 6 Bontomarannu, 92172 Gowa; Sulawesi Selatan - Indonesia
E-mail : ziendi.saijuro21@gmail.com

Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa M.Eng
Pembimbing 1
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jalan Poros Malino Km 6
Gowa, Sulawesi Selatan – Indonesia

Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST. MT
Pembimbing 2
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jalan Poros Malino Km 6
Gowa, Sulawesi Selatan – Indonesia

ABSTRAK

Viskositas atau kekentalan merupakan sifat fluida untuk melawan tegangan geser ketika mengalir, tingkat kekentalan juga dapat didefinisikan sebagai besarnya tahanan fluida pada saat mengalir di bawah pengaruh tekanan yang dikenakan. Hubungan antara gaya – gaya mekanika suatu fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newton, dimana perbandingan tegangan geser dan kecepatan geser adalah konstan. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai viskositas adalah suhu dan konsentrasi larutan (tingkat kekeruhan). Pada percobaan ini, menggunakan *Digital Viscometer* NDJ-8S untuk penentuan nilai viskositas pada DAS Saddang. Prinsip dasar yang dipergunakan yaitu memasukkan penghambat ke dalam fluida dan kemudian diputar. Semakin lambat putaran penghambat semakin tinggi nilai viskositasnya. Dari hasil penelitian ini nilai viskositas rata – rata pada Sungai Buntu Batu sebesar 55.667 MPa.s dengan persentase keakuratan 50.99 % dan persentase berdasarkan rumus 55.667 % serta pada Sungai Mata Allo nilai viskositas rata – rata adalah 48.208 MPa.s dengan persentase keakuratan 56.213% dan persentase berdasarkan rumus 48.21%. Dengan menghubungkan ke parameter lain seperti suhu, kekentalan, kecepatan aliran, dan debit sungai. Berdasarkan hal ini diketahui pengaruh suhu pada viskositas adalah berbanding terbalik dimana semakin naik suhu maka viskositas akan berkurang. Pengaruh kekeruhan pada viskositas adalah berbanding lurus dimana semakin tinggi tingkat kekeruhan atau konsentrasi sedimen maka viskositas akan juga bertambah. Pengaruh kecepatan pada viskositas berbanding terbalik dimana semakin cepat kecepatan aliran maka viskositas akan berkurang. Pengaruh debit pada viskositas adalah berbanding terbalik dimana semakin meningkat debit maka viskositas akan berkurang.

Kata Kunci : Viskositas, *Digital Viscometer*, DAS Saddang.



KATA PENGANTAR

Namo Buddhaya,

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul ”Analisis Viskositas pada DAS Saddang menggunakan *Digital Viskometer* NDJ-8s”.

Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi strata satu pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, tidak dapat dipungkiri banyaknya kesulitan yang dihadapi oleh penulis. Namun dengan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis pun mampu menghadapi kesulitan tersebut.

Selanjutnya dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis tak lupa menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada berbagai pihak yang telah membantu baik secara materil maupun moril , khususnya kepada :

1. Kedua orang tua saya, yang tak hentinya memberikan kasih sayang, doa, motivasi, serta bantuan moral dan materi yang tak terhingga selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Bapak Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, S.T., M. Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



4. Ibu Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa M.Eng. selaku pembimbing 1 dan Bapak Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST. MT. selaku pembimbing 2 atas saran dan masukannya serta bimbingannya dalam pembuatan tugas akhir ini.
5. Dosen dan staf pengajar, serta pegawai Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan segala ilmu pengetahuan dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses perkuliahan.
6. Tim sukses penelitian, Bapak Hasbi dan Bapak Indra yang senantiasa membantu dan memberi *support*.
7. Seluruh keluarga KKD Hidrologi, teman-teman dan senior yang juga terus memberi bantuan dan dukungan. Serta kepada semua pihak yang turut membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini
8. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 dan sahabat-sahabat kami yang selalu memberi semangat, motivasi, dan selalu menemani kami dalam suasana sedih dan senang selama menjalani proses perkuliahan.
9. Teman – teman ST and MT yang senantiasa memberikan bantuan baik secara moril dan materil serta selalu mensupport demi terselesaikannya laporan ini.
10. Teman – teman Vihara Girinaga yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Dan kepada seluruh rekan-rekan penulis lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

penulis pun menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih memiliki an. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai



pihak yang dapat membangun tugas akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi rekan-rekan pembaca dan pembangunan dunia ketekniksipilan. Amin

Gowa, Januari 2019

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Pembahasan	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sungai	5
2.1.1 Pengertian Sungai	5
2.1.2 Karakteristik Sungai Saddang	6
2.1.3 Kondisi Geologi	13
2.2 Viskositas	16
2.2.1 Pengertian Viskositas	16
2.2.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Viskositas	17



2.2.3	Koefisien Viskositas	18
2.2.4	Gradien Kecepatan dan Tegangan Geser	19
2.3	<i>Digital Viscometer</i> NDJ-8S	21
2.3.1	Prinsip Kerja <i>Digital Viscometer</i> NDJ-8S	21
2.3.2	Bagian-Bagian <i>Digital Viscometer</i> NDJ-8S	22
2.3.3	Spesifikasi dan Pemakaian <i>Digital Viscometer</i> NDJ-8S	22
2.3.4	Rotor	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Lokasi Penelitian	25
3.2.	Alat Penelitian	25
3.3.	Kerangka Alir Penelitian	29
3.4.	Prosedur Pengujian Viskositas	30
3.4.1	Prosedur Pengujian Viskositas	30
3.4.2	Prosedur Pengujian Suhu dan Kekeruhan	33
3.4.3	Prosedur Pengujian Kecepatan Aliran dan Debit	35
3.4.4	Prosedur Pengujian Penentuan Titik Pengujian	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Data Hasil Pengujian	37
4.2	Hasil Pengujian Viskositas	37
4.2.1	Hasil Pengujian pada Sungai Buntu Batu	37
4.2.2	Hasil Pengujian pada Sungai Mata Allo	39
4.3	Pengaruh Suhu, Kekeruhan, Kecepatan Aliran, Debit Sungai pada Viskositas	40
4.3.1	Pengaruh Suhu pada Viskositas	40
4.3.2	Pengaruh Kekeruhan pada Viskositas	42
4.3.3	Pengaruh Kecepatan Aliran pada Viskositas	44
4.3.4	Pengaruh Debit Sungai pada Viskositas	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	50
5.2.	Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Luas Wilayah DAS Saddang	7
Tabel 2.2 Panjang, Luas, Aliran Sungai (Anak Sungai dan Sungai Utama)	9
Tabel 2.3 Kelas Lereng pada Wilayah DAS Saddang	10
Tabel 2.4 Ketinggian Tempat (<i>Elevation</i>) Wilayah DAS Saddang.....	11
Tabel 2.5 Kerapatan Drainase (<i>Drainage Density</i>) DAS Saddang	12
Tabel 2.6 Pola Aliran Sungai di Wilayah DAS Saddang	13
Tabel 2.7 Kondisi Geologi DAS Saddang	14
Tabel 2.8 Perkiraan Nilai Viskositas	23
Tabel 4.1 Hasil Pengujian pada Sungai Buntu Batu	37
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Sungai Mata Allo	39
Tabel 4.3 Viskositas dan Suhu pada Sungai Buntu Batu dan Mata Allo ..	41
Tabel 4.4 Viskositas dan Kekeruhan pada Sungai Buntu Batu dan Mata Allo..	43
Tabel 4.5 Viskositas dan Kecepatan Aliran pada Sungai Buntu Batu	45
Tabel 4.6 Viskositas dan Kecepatan Aliran pada Sungai Mata Allo	46
Tabel 4.7 Viskositas dan Debit pada Sungai Buntu Batu	47
Tabel 4.8 Viskositas dan Debit pada Sungai Mata Allo	48



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Luas Wilayah DAS Saddang Berdasarkan Sub-DAS	7
Gambar 2.2 Peta Daerah Aliran Sungai Saddang	8
Gambar 2.3 Panjang (Km) Tiap Anak Sungai di Wilayah DAS Saddang ...	9
Gambar 2.4 Jenis Tanah yang ada di Wilayah DAS Saddang	14
Gambar 2.5 Gesekan antara Fluida dan Serat Batas yang Bergerak.....	19
Gambar 2.6 Grafik Gradien Kecepatan dan Tegangan Geser.....	20
Gambar 2.7 Bagian-Bagian <i>Digital Viscometer</i> NDJ-8S	22
Gambar 2.8 Jenis-Jenis Rotor	24
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian di DAS Saddang	25
Gambar 3.2 <i>Digital Viscometer</i> NDJ-8S	26
Gambar 3.3 <i>Acoustic Doppler Current Meter</i>	26
Gambar 3.4 <i>Handheld ProDSS</i>	27
Gambar 3.5 Gelas Beker	28
Gambar 3.6 Sediment Sampler USDH 48	28
Gambar 3.7 Handphone	29
Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3.9 <i>Control Panel</i>	32
Gambar 3.10 a. Pengambilan Sampel Viskositas	33
b. Pengujian Viskositas	33
Gambar 3.11 Proses Pemasangan Alat ProDSS pada Rangka Baja	34
Gambar 3.12 Layar Handled ProDSS	35
Gambar 3.13 Pemasangan Tali pada Kapal ADCP	36
Gambar 3.14 Penentuan Titik Pengujian	36
Gambar 4.1 Grafik Viskositas pada Sungai Buntu Batu	38



Gambar 4.2 Grafik Viskositas pada Sungai Mata Allo	40
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Suhu pada Viskositas	42
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Kekkeruhan pada Viskositas	44
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Kecepatan pada Viskositas di Sungai Buntu Batu	45
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Kecepatan pada Viskositas di Sungai Mata Allo	46
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Debit pada Viskositas di Sungai Buntu Batu..	47
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Debit pada Viskositas di Sungai Mata Allo....	48



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Viskositas merupakan gaya tahan suatu zat yang mempunyai arah berlawanan dengan arah gerak zat tersebut tersebut. Dalam percobaan kali ini, yang dijadikan variabel adalah zat cair. Setiap zat cair mempunyai koefisien viskositas masing-masing. Viskositas tersebut dipengaruhi oleh jenis dari bahan tersebut, karena gaya tarik dari setiap bahan berbeda sehingga mempengaruhi viskositas masing-masing.

Kekentalan atau viskositas merupakan sifat dari suatu zat cair (fluida) yang disebabkan adanya gesekan antara molekul – molekul zat cair dengan gaya kohesi pada zat cair tersebut. Gesekan – gesekan inilah yang menghambat aliran zat cair (viskositas) dinyatakan dengan suatu bilangan yang menentukan kekentalan suatu zat cair.

Pada hukum aliran fluida pada viskositas. Newton (1687) mengatakan bahwa hubungan antara gaya – gaya mekanika suatu aliran viskositas sebagai gesekan dalam fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newton-nya, dimana perbandingan antara tegangan geser (τ) dengan kecepatan geser (∂) nya konstan. Parameter inilah yang disebut viskositas.

Penentuan viskositas ini ditentukan menggunakan alat viskotmeter. Dalam pengukuran ini menggunakan *Digital Viscometer* NDJ-8S. Alat uji kekentalan zat cair *digital viscometer* NDJ-8S telah banyak digunakan untuk menentukan dan mengukur viskositas cairan. Prinsip dari alat ini yaitu rotasi dengan mengkombinasikan setting rotor dan kecepatan putar rotor. Viskometer ini diproduksi dengan 4 rotor (1 #, 2 #, 3 #, 4 #) dan 4 kecepatan yang (6 rpm, 12 rpm, 30 rpm, dan 60 rpm), yang memungkinkan untuk setiap nilai viskositas dalam kisaran pengujian.



Dalam penelitian ini, akan membahas mengenai viskositas dengan pada DAS Sungai Saddang. Alat viskometer yang digunakan sebagai pengukur viskositas. Dari uraian yang dikemukakan diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul :

“ANALISIS VISKOSITAS DI DAS SADDANG MENGGUNAKAN DIGITAL VISCOMETER NDJ-8S”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah viskositas yang dihasilkan dari Digital Viscometer memiliki data yang akurat ?
2. Bagaimana pengaruh suhu, kekeruhan, kecepatan, dan debit pada viskositas ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Menghitung besarnya viskositas DAS Saddang
2. Menganalisa keakuratan data dari penggunaan alat *Digital Viscometer* NDJ-8S
3. Menganalisa pengaruh suhu, kekeruhan, kecepatan, dan debit pada viskositas di DAS Saddang.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian dibatasi pada :

1. Sampel air sungai yang digunakan diperoleh dari hulu dan tengah sungai yang bercabang pada DAS Saddang sehingga sampel air tersebut berbeda.

Pengujian dilakukan di lapangan dengan alat *Digital Viscometer*.

Penelitian dilakukan selama 24 jam pada Sungai Buntu Batu dan Sungai Mata Allo dengan pengambilan data tiap satu jam.



1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diharapkan manfaat yang akan diperoleh sebagai berikut:

1. Bagi penulis dan mahasiswa Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, dapat dijadikan referensi dalam menganalisa viskositas.
2. Mengetahui persentase keakuratan viskositas yang dihasilkan dari *Digital Viscometer NDJ-8S*

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam tugas akhir ini sistematika penulisan disusun dalam lima bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori – teori dan tinjauan umum yang digunakan untuk membahas dan menganalisa tentang permasalahan dari penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap demi tahap prosedur pelaksanaan penelitian serta cara pengolahan data hasil penelitian. Termasuk juga kerangka alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN



Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menerangkan tentang kesimpulan beserta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dari tugas akhir ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

2.1.1 Pengertian Sungai

Sungai adalah badan air alamiah tempat mengalirnya air hujan dan air buangan menuju laut dan tempat bersemayamnya biotik dan abiotik. (Rita Lopa, 2013). Sungai merupakan saluran terbuka yang terbentuk secara alamiah di atas permukaan bumi, tidak hanya menampung air tetapi juga mengalirkannya dari bagian hulu ke bagian hilir. Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sebagai sungai. Proses terbentuknya sungai itu sendiri berasal dari mata air yang berasal dari gunung/pegunungan yang mengalir di atas permukaan bumi. Sungai sendiri merupakan saluran terbuka dengan ukuran geometrik berubah seiring waktu, tergantung debit, material dasar tebing serta jumlah dan jenis dari sedimen yang diangkut oleh air.

Dalam proses selanjutnya aliran air ini akan bertambah seiring dengan terjadinya hujan, karena limpasan air hujan yang tidak dapat diserap bumi akan ikut mengalir ke dalam sungai, mengakibatkan terjadinya banjir. Dari pengertian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa sungai adalah saluran drainase yang terbentuk secara alamiah akibat dari pergerakan air di atas permukaan bumi yang tidak dapat diserap oleh bumi. Jika ditelaah lebih jauh, disekitar sungai juga terdapat bangunan-bangunan pelengkap yang tidak dapat dipisahkan dari sungai, karena juga berfungsi memperlancar kinerja sungai itu sendiri. Dengan kata lain daerah sungai meliputi aliran air dan alur sungai termasuk bantaran, tanggul, dan area yang dinyatakan sebagai daerah sungai. Sebagai tambahan daerah sungai meliputi tempat-tempat kedudukan bangunan persungai seperti tanggul dan daerah yang harus ditangani bersama dengan daerah sungai yang diuraikan



Dalam perjalanannya dari hulu menuju hilir, aliran sungai secara berangsur-angsur menyatu dengan banyak sungai lainnya. Penggabungan ini membuat tubuh sungai menjadi semakin besar. Apabila suatu sungai mempunyai lebih dari dua cabang, maka sungai yang daerah pengaliran, panjang dan volume airnya paling besar disebut sebagai sungai utama (*main river*). Cabang yang lain disebut anak sungai (*tributary*). Suatu sungai kadang-kadang sebelum aliran airnya mencapai laut, sungai tersebut membentuk beberapa cabang yang disebut cabang sungai (*enfluent*).

2.1.2 Karakteristik DAS Saddang

a. Batas Wilayah

Daerah Aliran Sungai (DAS) Saddang merupakan daerah aliran sungai terluas di wilayah ini dengan luas area $\pm 6.608 \text{ km}^2$. Secara administratif DAS Saddang terdiri atas 5 Sub-DAS tersebar dalam 6 kabupaten atau 76 kecamatan dalam 2 Provinsi yaitu Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Secara geografis, DAS Saddang terletak pada koordinat $2^{\circ}43'37''8-3^{\circ}49'34.8\text{-S}$ dan $119^{\circ}14'49.7'' - 120^{\circ} 03'43.6''\text{-BT}$. Secara hidrologis DAS Saddang terletak antara Pegunungan Verbeck dibagian timur yang termasuk WS.Pompengan Larona, area pertanian di bagian selatan yang termasuk dalam DAS Pompengan. Sedang disebelah barat adalah Selat Makassar dimana Sungai Saddang bermuara.

Sub-DAS Saddang Hulu merupakan Sub-DAS terluas dengan luas area 2.025 ha (30,65% dari total luas DAS Saddang) dan tersebar di Kabupaten Tana Toraja sekitar 851 km^2 (12,88% dari total luas DAS Saddang, Kabupaten Toraja Utara seluas 919 km^2 (13,93%), Kabupaten Enrekang seluas 168 km^2 (2,54%), dan Kabupaten Pinrang seluas 860 km^2 (1,30%). Sub-DAS dengan luas wilayah paling kecil adalah Sub-DAS Saddang Hilir yaitu 722 km^2 (10,93%) dan hanya terdapat di Kabupaten Pinrang seluas 56 km^2 (8,57%) dan Kabupaten Enrekang 156 km^2 (2,36%).

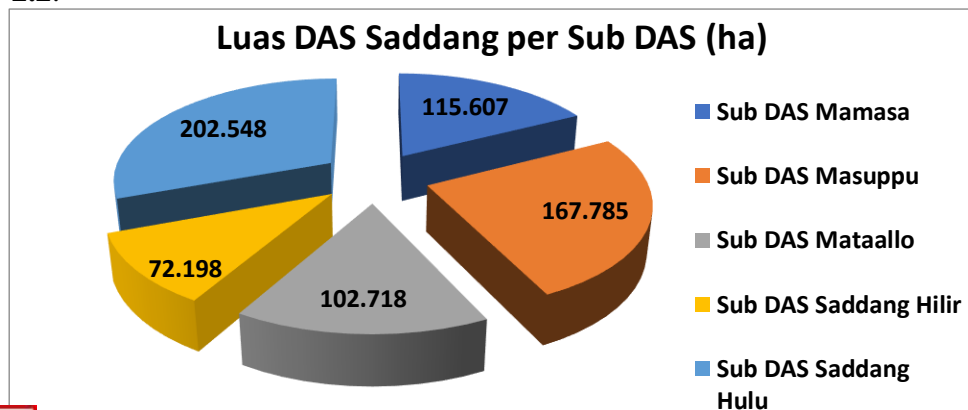


Tabel 2.1 Luas Wilayah DAS Saddang

SUB DAS	KABUPATEN	LUAS (Ha)	%
Sub-DAS Mamasa	Enrekang	2.859	0.43
	Mamasa	81.962	12.40
	Pinrang	27.102	4.10
	Polewali Mandar	1.223	0.18
	Tana Toraja	2.462	0.38
Sub-Total		115.608	17.49
Sub-DAS Masuppu	Mamasa	72.969	11.04
	Pinrang	6.784	1.03
	Tana Toraja	88.033	13.32
Sub-Total		167.786	25.39
Sub-DAS Mata Allo	Enrekang	75.810	11.47
	Tana Toraja	26.846	4.07
Sub-Total		102.656	15.54
Sub-DAS Saddang Hilir	Enrekang	15.599	2.36
	Pinrang	56.599	8.57
Sub-Total		72.198	10.93
Sub-DAS Saddang Hulu	Enrekang	16.818	2.54
	Pinrang	8.600	1.30
	Tana Toraja	85.120	12.88
	Toraja Utara	91.964	13.93
Sub-Total		202.502	30.65
Grand Total		660.750	100.00

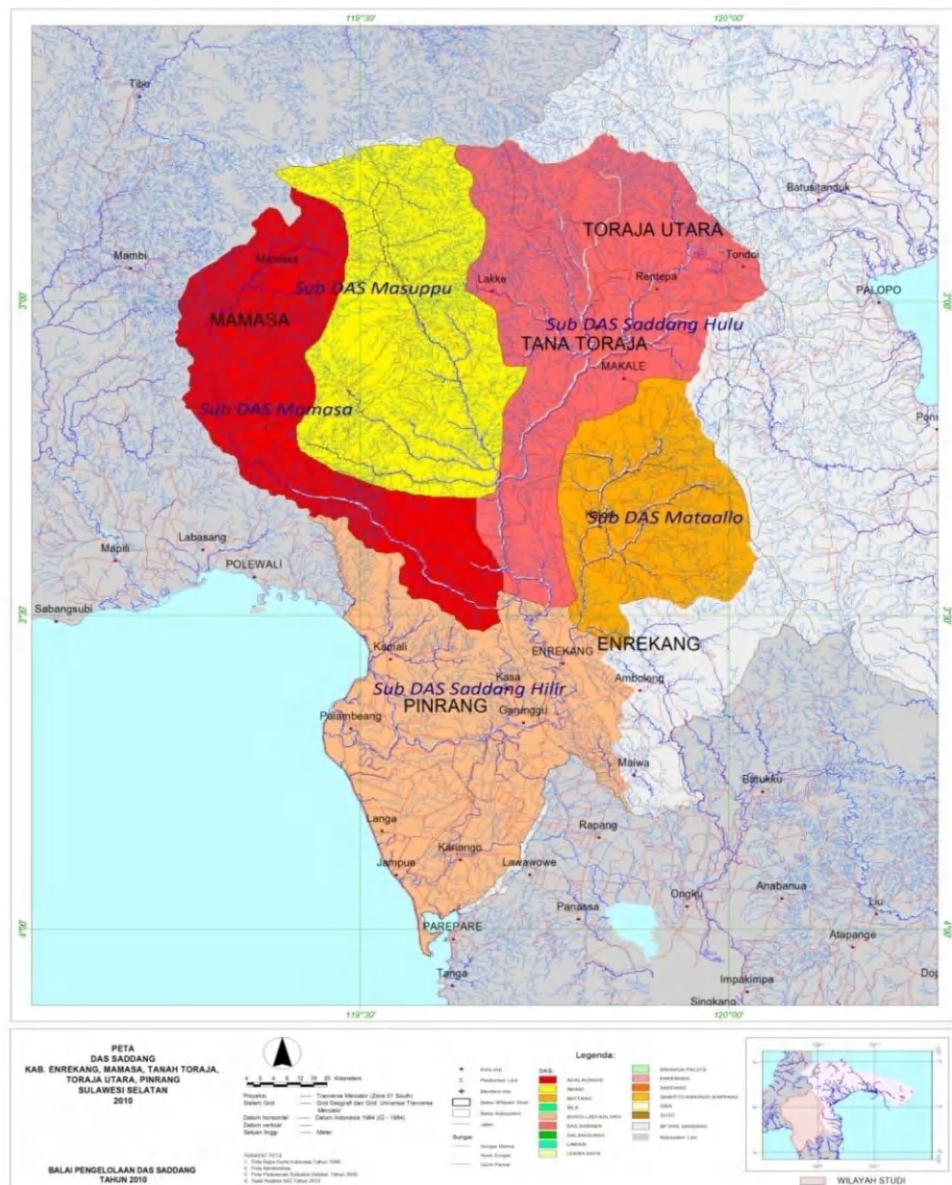
(Sumber : BP DAS Saddang, 2010)

Luas area tiap Sub-DAS dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Sebaran wilayah DAS Saddang dalam wilayah kabupaten dan sebagai lokasi Studi Pengelolaan Alokasi Air Daerah Aliran Sungai ditunjukkan pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.1 Luas Wilayah DAS Saddang berdasarkan Sub-DAS





(Sumber : BP DAS Saddang, 2010)

Gambar 2.2 Peta Daerah Aliran Sungai Saddang

b. Morfologi DAS

Bentuk DAS berpengaruh pada pola aliran sungai dan ketajaman puncak *discharge* banjir. Indeks bentuk suatu DAS dapat dibuat berdasarkan *regularity ratio* DAS dengan membandingkan konfigurasi basin. Komponen yang menentukan bentuk DAS adalah panjang aliran dan luas DAS.



I. Panjang Sungai

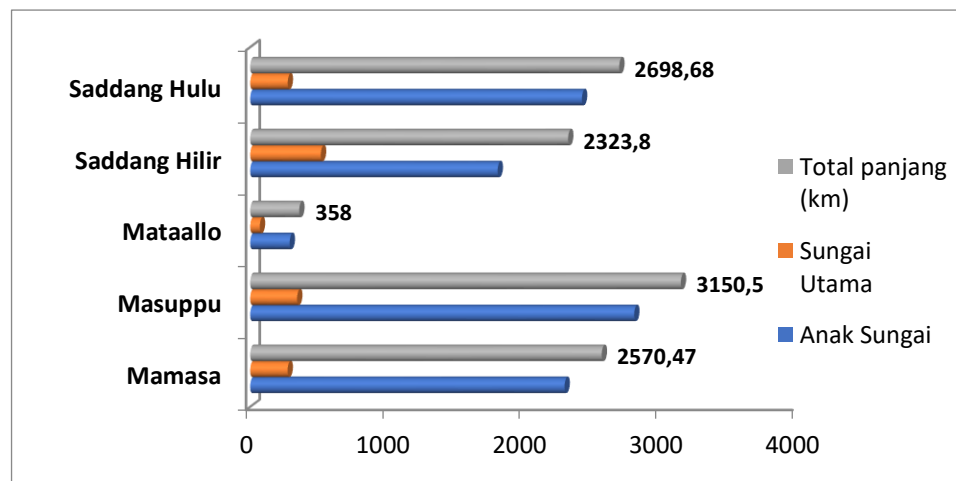
Panjang aliran sungai khususnya pada setiap wilayah Sub-DAS di DAS Saddang dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Panjang, Luas, Aliran Sungai (Anak Sungai dan Sungai Utama)

No	Sub-DAS	Panjang (Km)			Luas		Faktor Bentuk
		Anak Sungai	Sungai Utama	Total	ha	Km ²	
1	Mamasa	2,297.62	272.85	2,570.47	115,607	115.61	0.02
2	Masuppu	2,808.44	342.07	3,150.51	167,785	167.79	0.014
3	Mata Allo	287.85	69.78	357.63	102,718	102.72	0.19
4	Saddang Hilir	1,807.81	515.99	2,323.80	72,198	72.2	0.005
5	Saddang Hulu	2,425.17	273.51	2,698.68	202,548	202.55	0.027
DAS Saddang			1474.2	11101.09		660.87	0.256

(Sumber : BP DAS Saddang, 2010)

Keterangan: Faktor Bentuk DAS (FB) = 1 bentuk DAS bulat, FB < 1, berarti bentuk DAS Saddang adalah memanjang.



(Sumber : BP DAS Saddang, 2010)

Gambar 2.3 Panjang (Km) Tiap Anak Sungai di Wilayah DAS Saddang

II. Lereng (slope)

Tingkat kemiringan lereng lapangan berpengaruh pada kecepatan dan tenaga erosif dari *overland flow*. Pada wilayah DAS Saddang tingkat kemiringan lereng lapangan bervariasi dari datar, landai, bergelombang, berbukit sampai bergunung.



Tabel 2.3 Kelas Lereng pada Wilayah DAS Saddang

SUB-DAS	KELAS LERENG	LUAS (ha)	%
Sub-DAS Mamasa	>40%	64.358	9.75
	0-8%	308	0.05
	15-25%	4.127	0.62
	25-40%	46.539	7.04
	8-15%	276	0.04
Sub-DAS Mamasa Total		115.607	17.50
Sub-DAS Mamusu	>40%	145.105	21.96
	0-8%	495	0.07
	15-25%	1.777	0.27
	25-40%	19.667	2.98
	8-15%	741	0.11
Sub-DAS Mamusu Total		167.785	25.39
Sub-DAS Mata Allo	>40%	55.756	8.44
	0-8%	967	0.15
	15-25%	11.281	1.71
	25-40%	32.947	4.99
	8-15%	1.767	0.27
Sub-DAS Mata Allo Total		102.718	15.54
Sub-DAS Saddang Hilir	>40%	12.084	1.83
	0-8%	41.446	6.27
	15-25%	3.707	0.56
	25-40%	9.192	1.39
	8-15%	5.768	0.87
Sub-DAS Saddang Hilir Total		72.198	10.92
Sub-DAS Saddang Hulu	>40%	115.787	17.52
	0-8%	10.214	1.55
	15-25%	13.082	1.98
	25-40%	51.772	7.83
	8-15%	11.693	1.77
Sub-DAS Saddang Hulu Total		202.548	30.65
Grand Total		660.856	100.00

(Sumber: Hasil Analisis GIS, BP DAS Saddang, 2010)

Ketinggian rata-rata dan variasi ketinggian pada suatu DAS merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap temperatur dan pola hujan khususnya pada daerah topografi bergunung. Kawasan DAS Saddang mempunyai kisaran ketinggian 0-3400 m dpl, dengan kawasan dataran rendah di Kabupaten Pinrang dengan ketinggian terendah yaitu 0 m dpl. Sedangkan kawasan dataran tinggi terletak di Kabupaten Enrekang (3.400 m dpl). Sedangkan berdasarkan ketinggian rata-rata umumnya didominasi oleh kawasan perbukitan terdapat di Kabupaten Tana Toraja dengan rata-rata tinggi 1.913 m dpl.



Pada wilayah DAS Saddang terdapat sistem lahan pegunungan seluas 553.207 Ha (83,71%) dan sistem lahan perbukitan seluas 54.219 Ha (8,20%) yang secara ekologi ataupun topografi berpotensi kritis.

Tabel 2.4 Ketinggian Tempat (*Elevation*) Wilayah DAS Saddang

No	Nama Sub-DAS	Nama Kabupaten	Posisi Ketinggian			Rata-rata
			Terendah	Tertinggi	Beda Tinggi	
A	Sub-DAS Mata Allo	1. Enrekang	150	3400	3250	1775
		2. Toraja	775	3050	2275	1912.5
B	Sub-DAS Saddang Hilir	1. Enrekang	25	900	875	462.5
		2. Pinrang	0	1500	1500	750
		3. Mamasa	25	1350	1325	687.5
C	Sub-DAS Saddang Hulu	1. Enrekang	100	1750	1650	925
		2. Pinrang	125	1475	1350	800
		3. Tana Toraja	150	1875	1725	1012.5
		4. Toraja Utara	775	2550	1775	1662.5
D	Sub-DAS Mamasa	1. Pinrang	175	2125	1950	1150
		2. Mamasa	825	2850	2025	1837.5
		3. Tana Toraja	375	1850	1475	1112.5
E	Sub-DAS Masuppu	1. Pinrang	425	1775	1350	1100
		2. Mamasa	325	2575	2250	1450
		3. Tana Toraja	200	2600	2400	1400

(Sumber : BP DAS Saddang, 2009)

III. Kerapatan Drainase

Kerapatan aliran sungai menggambarkan kapasitas penyimpanan air permukaan dalam cekungan-cekungan seperti danau, rawa dan badan sungai yang mengalir di suatu DAS. Kerapatan aliran sungai dapat dihitung dari rasio total panjang jaringan sungai terhadap luas DAS yang bersangkutan. Semakin tinggi tingkat kerapatan aliran sungai, berarti semakin banyak air yang dapat tertampung di badan-badan sungai. Kerapatan aliran sungai adalah suatu angka indeks yang menunjukkan banyaknya anak sungai di dalam suatu DAS.

LYNSLEY (1949) menyatakan bahwa jika nilai kerapatan aliran lebih kecil dari 1 mile/mile² atau (0.62 km/km²), maka DAS akan mengalami penggenangan, sedangkan jika nilai kerapatan aliran lebih besar dari 5 mile/mile² (3.10 km/km²), maka DAS sering mengalami kekeringan.



Adapun nilai indeks kerapatan aliran sungai diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Dd: $< 0.25 \text{ km/km}^2$: rendah
- b. Dd: $0.25 - 10 \text{ km/km}^2$: sedang
- c. Dd: $10 - 25 \text{ km/km}^2$: tinggi
- d. Dd: $> 25 \text{ km/km}^2$: sangat tinggi

Berdasarkan indeks tersebut dapat dikatakan bahwa indeks kerapatan sungai menjadi kecil pada kondisi geologi yang permeable, tetapi menjadi besar untuk daerah yang curah hujannya tinggi.

Disamping itu, jika nilai kerapatan aliran sungai:

- a. $< 1 \text{ mile/mile}^2$ (0.62 km/km^2), maka DAS akan sering mengalami Penggenangan
- b. $>5 \text{ mile/mile}^2$ (3.10 km/km^2), maka DAS akan sering mengalami kekeringan

Tabel 2.5 Kerapatan Drainase (*Drainage Density*) DAS Saddang

No	DAS	Anak Sungai (Km)	Sungai Utama (Km)	Pj Total	Luas (Km ²)	Panjang (Km)	Kerapatan (Km/Km ²)
1	Mata Allo	287,851.76	69,778.70	357.63	921.60	69.78	0.39
2	Saddang Hilir	1,807,809.76	515,988.27	2,323.80	1,203.20	515.99	1.35
3	Saddang Hulu	2,425,172.58	394,372.94	1,589.26	2,018.31	273.51	1.26
4	Mamasa	2,297,622.42	272,850.62	2,570.47	1,464.12	272.85	2.01
5	Masuppu	2,808,437.55	342,066.27	3,150.50	1,617.31	342.07	2.09

(Sumber : BP DAS Saddang, 2010)

IV. Jaringan Sungai

Jaringan sungai pada wilayah DAS Saddang memiliki pembagian ordo bervariasi mulai 4 ordo sampai dengan 6 ordo. Sub-DAS yang memiliki ordo paling kecil adalah Sub-DAS Mataallo yang memiliki 4 ordo, sedangkan Sub-DAS yang memiliki pembagian ordo paling banyak adalah Sub-DAS Masuppu dengan 6 ordo.

V. Pola Aliran (*Drainage Pattern*)



Pola aliran (*drainage pattern*) berpengaruh pada efisiensi sistem drainase dan karakteristik hidrografis. Bentuk – bentuk dari berbagai macam pola aliran sangat dipengaruhi oleh jenis batuan dan topografi DAS bersangkutan. Pada wilayah DAS Saddang terdapat 2 (dua) macam bentuk pola aliran sungai yaitu *Rectangular dendritic* dan *Dendritic medium*. Pola aliran rectanguler (bersegi empat) biasanya dipengaruhi oleh batuan kapur, sedangkan denritik (bentuk seperti percabangan pohon dipengaruhi oleh batuan sedimen). Secara rinci bentuk pola aliran di wilayah DAS Saddang disajikan pada **Tabel 2.6** berikut :

Tabel 2.6 Pola Aliran Sungai di Wilayah DAS Saddang

No	Sub-DAS	Pola Aliran
1	Mata Allo	Umumnya <i>Rectangular Dendritic</i>
2	Saddang Hilir	<i>Rectangular Dendritic</i>
3	Saddang Hulu	<i>Dendritic Medium</i>
4	Mamasa	<i>Dendritic Medium</i>
5	Masuppu	<i>Rectangular Dendritic</i>

(Sumber : BP DAS Saddang, 2009)

2.1.3 Kondisi Geologi

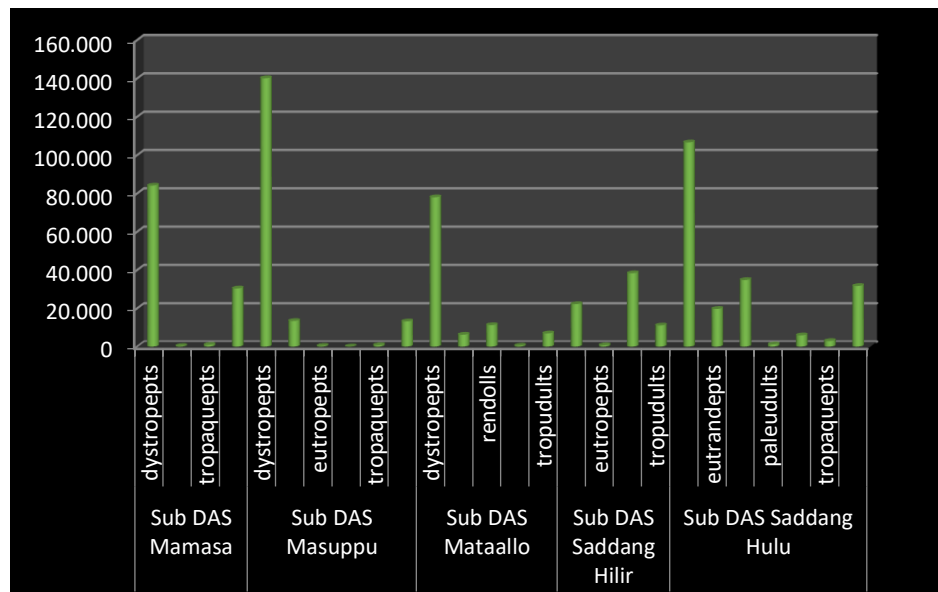
a. Tanah

Tanah merupakan bagian dan komponen terpenting lahan. Mengingat kedudukan istimewa tanah dalam konteks lahan, evaluasi, dan inventarisasi tanah menjadi tahap terpenting. Tanah terbentuk dari suatu bahan induk yang telah mengalami proses pelapukan pada periode tertentu. Proses tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : *bahan induk, iklim, waktu, organisme, dan lereng*. Proses pembentukan tanah di suatu daerah erat hubungannya dengan sejarah pembentukan permukaan bumi di daerah tersebut. Pada saat bentuk permukaan bumi (*landform*) sudah mulai stabil



dengan keadaan lingkungannya (iklim, erosi, dan denudasi), maka tanah mulai berkembang sesuai dengan keadaan bahan induk, topografi, organisme, iklim, dan waktu pembentukan.

Jenis tanah yang terdapat di wilayah DAS Saddang didominasi oleh jenis *Dystropepts* seluas 430.770 ha (65.18% % dari total luas DAS Saddang). Terluas kedua adalah *tropudults* seluas 93.037 ha (14,08%). Jenis tanah ini sebagian besar berada di wilayah Sub-DAS Saddang Hulu seluas 106.561 ha, Sub-DAS Masuppu seluas 140.098 ha, dan Sub-DAS Mamasa 84.008 ha.



(Sumber : BP DAS Saddang, 2009)

Gambar 2.4 Jenis Tanah yang ada di Wilayah DAS Saddang

Jenis batuan yang mendominasi wilayah DAS Saddang adalah *andesit basalt* yaitu mencakup 239.286 ha (36,21% wilayah DAS Saddang) dan tersebar di seluruh Sub-DAS.

Tabel 2.7 Kondisi Geologi DAS Saddang

Sub-DAS	Batuan	Luas (ha)
Sub-DAS Mamasa	aluvium muda berasal dari endapan sungai	1.072
	andesit,basalt	28.38
	batu gamping	0.303
	batu pasir,batu lanau,batu lumpur,serpih,konglomerat	30.364
	batu pasir,konglomerat,batu lumpur,serpih	1.368



	granit,granodiorit,riolit	54.12
Sub-DAS Mamasa Total		115.607
Sub-DAS Masuppu	aluvium,endapan kipas aluvial	0.737
	andesit,basalt	88.338
	basalt,andesit	0.382
	batu pasir,batu lanau,batu lumpur,serpih,konglomerat	13.101
	granit,granodiorit,riolit	51.378
	tefra berbutir halus,aluvium muda dari endapan gn. berapi	0.379
	tefra berbutir halus,tefra berbutir kasar	13.394
	tufit,batu pasir,batu lumpur	0.45
	(blank)	0.31
Sub-DAS Masuppu Total		168.469
Sub-DAS Mata Allo	aluvium muda berasal dari endapan sungai	0.466
	andesit,basalt	34.468
	batu gamping	11.193
	batu pasir,batu lanau,batu lumpur,serpih,konglomerat	5.13
	batu pasir,konglomerat,batu lumpur,serpih	0.625
	kuarsit,batu pasir,filit,serpih,skis	25.588
	kuarsit,skis,filit	14.529
	marmar,batu gamping	1.717
	napal,batu gamping	3.124
	serpih,batu lumpur,batu pasir,konglomerat	1.771
	tefra berbutir halus,aluvium muda berasal dari endapan gn. berapi	1.367
	tufit,batu pasir,batu lumpur	2.738
	Sub-DAS Mata Allo Total	
Sub-DAS Saddang Hilir	aluvium muda berasal dari campuran endapan muara dan endapan sungai	6.068
	aluvium muda berasal dari endapan sungai	4.079
	aluvium muda,estuarin marin,aluvium muda berasal dari sungai gambut	27.996
	aluvium,endapan kipas aluvial	0.153
	andesit,basalt	10.569
	batu pasir,batu lanau,batu lumpur,serpih,konglomerat	5.254
	batu pasir,konglomerat,batu lumpur,serpih	11.585
	marmar,batu gamping	0.507
	napal,batu gamping	0.219
Sub-DAS	Batuan	Luas (ha)
Sub-DAS Saddang Hilir	serpih,batu lumpur,batu pasir,konglomerat	1.728
	serpih,batu pasir,aluvium muda berasal dari endapan sungai	3.314
	tufit,tefra berbutir halus,batu pasir,batu lumpur	0.707
Sub-DAS Saddang Hilir Total		72.179
	aluvium muda berasal dari endapan sungai	3.103



Sub-DAS Saddang Hulu	andesit,basalt	77.531
	basalt,andesit	0.731
	batu gamping	5.862
	batu pasir,batu lanau,batu lumpur,serpih,konglomerat	31.624
	batu pasir,konglomerat,batu lumpur,serpih	8.62
	kuarsit,skis,filit	2.223
	marmar,batu gamping	3.978
	tefra berbutir halus,aluvium muda dari endapan gn. berapi	30.754
	tefra berbutir halus,tefra berbutir kasar	19.666
	tufit,batu lumpur,batu pasir	1.541
	tufit,batu pasir,batu lumpur	16.902
	Sub-DAS Saddang Hulu	202.535
Grand Total	661.506	

(Sumber : BP DAS Saddang, 2010)

2.2 Viskositas

2.2.1 Pengertian Viskositas

Viskositas (kekentalan) merupakan sifat fluida untuk melawan tegangan geser ketika mengalir, tingkat kekentalan juga dapat didefinisikan sebagai besarnya tahanan fluida pada saat mengalir di bawah pengaruh tekanan yang dikenakan. Dapat dikatakan, besarnya nilai viskositas adalah perbandingan antara tegangan geser yang bekerja dengan gaya gesek (Tambun, 2009). Viskositas kinematik dapat dituliskan dengan persamaan 2.1.

$$v = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots(2.1)$$

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida (gesekan internal fluida). Gaya viskos melawan gerakan sebagian fluida reatif terhadap gaya yang lain. Viskositas adalah suatu pernyataan “tahanan untuk mengalir” dari suatu sistem yang mendapatkan suatu tekanan. Semakin kental suatu cairan, semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk membuatnya mengalir pada kecepatan tertentu.

Viskositas (kekentalan) berasal dari perkataan *Viscous* (Soedjojo, 1986).
 an apabila dipanaskan sebelum menjadi cair terlebih dulu menjadi *viscous*



yaitu menjadi lunak dan dapat mengalir pelan-pelan. Viskositas dapat dianggap sebagai gerakan di bagian dalam (internal) suatu fluida (Budianto, 2008).

Viskositas suatu fluida merupakan daya hambat yang disebabkan oleh gesekan antara molekul-molekul cairan, yang mampu menahan aliran fluida sehingga dapat dinyatakan sebagai indikator tingkat kekentalannya. Nilai kuantitatif dari viskositas dapat dihitung dengan membandingkan gaya tekan per satuan luas terhadap gradien kecepatan aliran dari fluida. Prinsip dasar ini yang dipergunakan untuk menghitung viskositas secara eksperimen menggunakan metode putar, yaitu dengan memasukkan penghambat ke dalam fluida dan kemudian diputar. Semakin lambat putaran penghambat tersebut maka semakin tinggi nilai viskositasnya (Warsito, dkk., 2012).

2.2.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Viskositas

Faktor - faktor yang mempengaruhi viskositas adalah sebagai berikut (Rana, 2015):

a. Suhu

Viskositas berbanding terbalik dengan suhu. Jika suhu naik maka viskositas akan turun, dan begitu sebaliknya. Hal ini disebabkan karena adanya gerakan partikel-partikel cairan yang semakin cepat apabila suhu ditingkatkan dan menurunnya kekentalan.

b. Konsentrasi Larutan

Viskositas berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Suatu larutan dengan konsentrasi tinggi akan memiliki viskositas yang tinggi pula, karena konsentrasi larutan menyatakan banyaknya partikel zat yang terlarut tiap satuan volume. Semakin banyak partikel terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositas semakin tinggi pula.

c. Berat Molekul Solute

Viskositas berbanding lurus dengan berat molekul solute. Karena adanya solute yang berat akan menghambat atau memberi beban yang berat pada cairan sehingga menaikkan viskositas.



d. Tekanan

Semakin tinggi tekanan maka semakin besar viskositas suatu cairan.

2.2.3 Koefisien Viskositas

Koefisien viskositas dapat didefinisikan dalam dua cara :

a. Viskositas Dinamik

Viskositas dinamik adalah perbandingan tegangan geser dengan laju perubahannya, besarnya nilai viskositas dinamik tergantung dari faktor – faktor diatas tersebut, untuk viskositas dinamik air pada temperatur standar lingkungan (27°) adalah $8.6 \times 10^{-4} \text{kg/m.s}$.

$$\tau = \mu (dc / dy) \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- τ = Tegangan geser (N/m²)
- μ = Viskositas dinamis (Ns/m²)
- dc = satuan kecepatan (m/s)
- dy = satuan jarak antara (m).

b. Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik merupakan perbandingan viskositas dinamik terhadap kerapatan (*density*) massa jenis dari fluida tersebut. Viskositas kinematik ini terdapat dalam bilangan Reynolds yang merupakan bilangan tak berdimensi. Nilai viskositas kinematik air pada temperatur standar (27°) adalah $8.7 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

Viskositas adalah besaran tensorial yang dapat diurai dengan cara yang berbeda menjadi dua komponen independen. Dekompisisi yang paling biasa menghasilkan koefisien viskositas adalah :

- **Shear viscosity**, yang paling penting, biasa disebut viskositas, reaksi yang diterapkan pada tegangan geser. Sederhananya, rasio terhadap tekanan yang diberikan pada permukaan cairan, dalam arah lateral atau



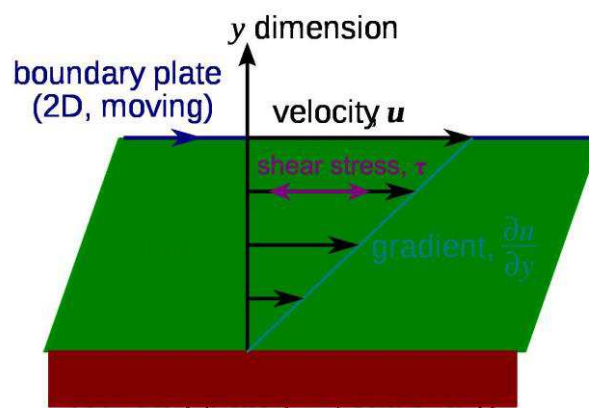
horizontal dengan perubahan dalam kecepatan cairan saat anda bergerak ke bawah dalam cairan (ini apa yang disebut sebagai kecepatan gradien).

- **Volume viscosity** (disebut juga viskositas bulk atau viskositas kedua), menjadi penting untuk setiap efek dimana cairan kompresibilitas sangat penting. Contohnya gelombang kejut dan propagasi suara. Tampak dalam hukum Stokes (suara redaman) yang menggambarkan propagasi suara dalam cairan Newtonian.

2.2.4 Gradien Kecepatan dan Tegangan Geser

Secara umum, aliran apapun lapisan bergerak pada kecepatan yang berbeda dan viskositas fluida timbul dari tegangan geser antara lapisan yang pada akhirnya menentang setiap diterapkan gaya.

Hubungan antara tegangan geser dan gradien kecepatan dapat diperoleh dengan mempertimbangkan dua plat berjarak dekat pada jarak y , dan dipisahkan pada substansi yang homogen. Dengan asumsi bahwa plat sangat besar, dengan luas area sebesar A , sehingga efek pada tepi dapat diabaikan, dan plat lebih rendah tetap, biarkan gaya F diterapkan pada plat diatas. Jika gaya ini menyebabkan substansi antara plat untuk mengalami aliran geser dengan gradien kecepatan u . Substansi ini disebut cairan.



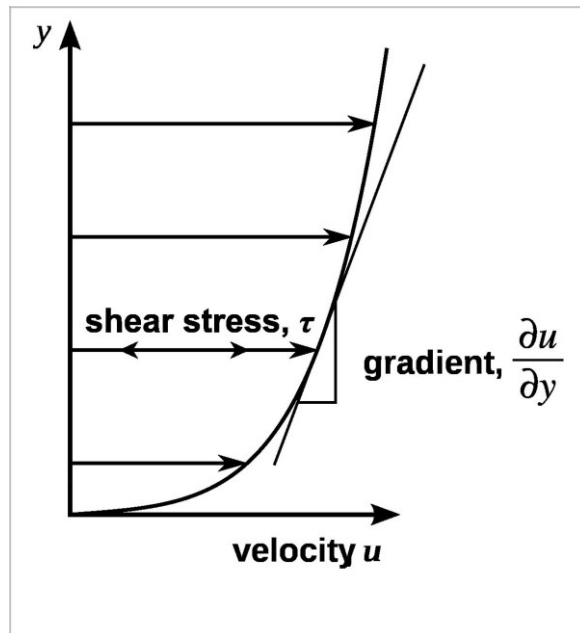
Gambar 2.5 Gesekan antara Fluida dan Serat Batas yang Bergerak.



Gaya yang diberikan sebanding dengan luas dan kecepatan gradien dalam cairan dan berbanding terbalik dengan jarak antara plat. Menggabungkan tiga hasil hubungan ini dalam persamaan :

$$F = \mu \frac{u}{y} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana μ adalah faktor proporsionalitas disebut viskositas



Gambar 2.6 Grafik Gradien Kecepatan dan Tegangan Geser

Persamaan ini dapat dinyatakan dalam hal tegangan geser :

$$\tau = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.4)$$

Jadi seperti yang diungkapkan dalam bentuk diferensial oleh Isaac Newton untuk aliran lurus, sejajar dan seragam, tegangan geser antara lapisan sebanding dengan gradien kecepatan pada arah tegak lurus lapisan :

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y} \dots \dots \dots (2.5)$$

Melalui metode ini hubungan antara tegangan geser dan gradien kecepatan diperoleh.



Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan-bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi. Pada hukum aliran viskos, Newton menyatakan hubungan antara gaya-gaya mekanika dari suatu aliran viskos sebagai: *Geseran dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya*. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newtonian, dimana perbandingan antara tegangan geser (δ) dengan kecepatan geser (g) nya konstan. Parameter inilah yang disebut dengan viskositas. Aliran viskos dapat digambarkan dengan dua buah bidang sejajar yang dilapisi fluida tipis diantara kedua bidang tersebut. Suatu bidang permukaan bawah yang tetap dibatasi oleh lapisan fluida setebal h , sejajar dengan suatu bidang permukaan atas yang bergerak seluas A . Jika bidang bagian atas itu ringan, yang berarti tidak memberikan beban pada lapisan fluida dibawahnya, maka tidak ada gaya tekan yang bekerja pada lapisan fluida. Suatu gaya F dikenakan pada bidang bagian atas yang menyebabkan bergerakinya bidang atas dengan kecepatan konstan v , maka fluida dibawahnya akan membentuk suatu lapisan-lapisan yang saling bergeseran. Setiap lapisan tersebut akan memberikan tegangan geser (δ) sebesar F/A yang seragam, dengan kecepatan lapisan fluida yang paling atas sebesar v dan kecepatan lapisan fluida paling bawah sama dengan nol. Maka kecepatan geser (g) pada lapisan fluida di suatu tempat pada jarak y dari bidang tetap, dengan tidak adanya tekanan fluida (Burhanudin, 2014).

2.3 *Digital Viscometer NDJ-8S*

2.3.1 *Prinsip Kerja Digital Viscometer NDJ-8S*

Prinsip kerja viskometer ini dikendalikan oleh motor yang berputar pada kecepatan yang dikendalikan oleh program yang terdapat pada *display* dan sumbu putar dari viskometer ini berputar, dengan melalui sensor torsi, dan mendorong rotor standar untuk memutarinya, rotor terpasang pada sumbu torsi dan bersinggungan dengan viskositas zat cair, karena terjadi *viscose*

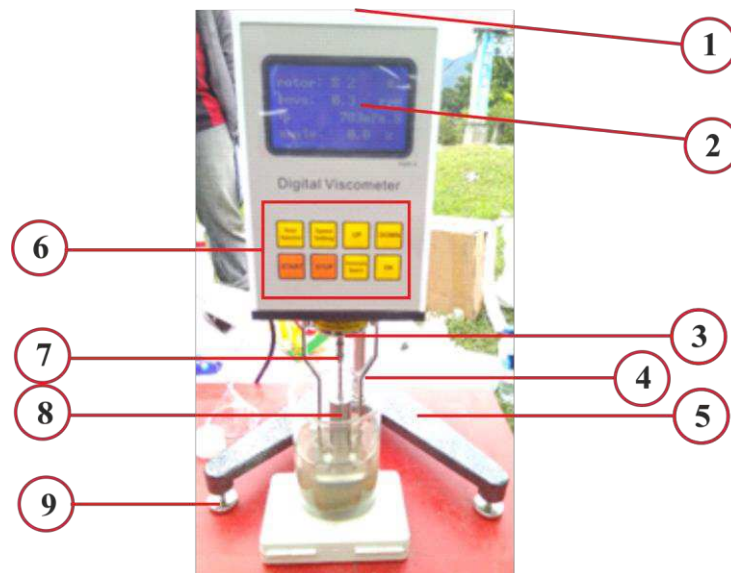


histeris cair. Pada saat sensor akan mengukur torsi dan dirubah menjadi viskositas kemudian akan di tampilkan pada layar. Alat pengujian viskositas ini memiliki beberapa fitur berupa:

- a. Tingkat akurasi tinggi.
- b. Pengukuran yang terbaca pada layar *display* stabil.
- c. Mudah pengoperasannya dan pembacaan data hasil pengujian.
- d. NDJ-8S banyak digunakan untuk mengukur viskositas zat cair, contohnya : minyak, cairan farmasi dan zat perekat.

2.3.2 Bagian-bagian Digital Viscometer NDJ-8S

Viskometer NDJ 8S terdiri dari beberapa bagian diantaranya seperti yang terlihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7 Bagian-bagian Digital Viscometer NDJ-8S

Keterangan gambar :



1. *Level Indicator*
2. LCD
3. *Housing*
4. *Braket* (pelindung)
5. *Base* (dudukan)
6. Tombol Pengoperasian
7. Rotor
8. Rotor *Connector*
9. Penyesuai Tingkat

2.3.3 Spesifikasi dan Pemakaian Digital Viscometer NDJ-8S

- a. Rentang pengukuran : 1-2 x 10⁶ mPa. s.
- b. Rotor jenis : 1#, 2#, 3#, dan 4# rotor.
- c. Rotor kecepatan : 0,3; 0,6; 1,5; 3; 6; 12; 30; dan 60 rpm.
- d. Operasi *mode* : manual dan otomatis
- e. Kesalahan pengukuran : ± 2% (Newton cair).
- f. Dimensi : 370 mm x 325 mm x 280 mm.
- g. Berat bersih : 6,8 kg.
- h. Suhu *ambient* : 5°C ~ 35°C.
- i. Kelembaban relatif (RH) : tidak lebih dari 80%.
- j. *Power Supply* : 220 V, 50 Hz.

Untuk hubungan antara kombinasi rotor dan kecepatan rotasi dan perkiraan nilai viskositas yang sesuai dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.8 Perkiraan Nilai Viskositas

Rotor & Kecepatan Berputar	1#	2#	3#	4#
0.1	60000	300000	1200000	6000000
0.3	20000	100000	400000	2000000
0.6	10000	50000	200000	1000000
1.5	4000	20000	80000	400000
3	2000	10000	40000	200000
6	1000	5000	20000	100000
12	500	2500	10000	50000
30	200	1000	4000	20000
60	100	500	2000	10000



Perhatikan nilai tes dan persentase dari keseluruhan jarak pengukuran. Ketika angka terlalu tinggi atau terlalu rendah, rotor atau kecepatan putar harus diubah untuk mempertahankan persentase di antara 15%-85%. Jika tidak, akurasi pengukuran akan terpengaruh untuk mengetahui keakuratan data dapat diketahui secara matematis dengan rumus :

$$\text{Persentase Viskositas} = \frac{\text{Nilai Viskositas}}{\text{Batas Maksimal Viskositas}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

2.3.4 Rotor

Rotor pada alat pengujian viskositas ini terdapat 4 jenis, yaitu rotor 1#, 2#, 3# dan 4# yang dapat dilihat seperti pada **Gambar 2.8** . Rotor 1# tingkat sensitifitasnya paling tinggi sedangkan rotor 4# tingkat sensitifitasnya paling rendah. Rotor 1# untuk mengukur viskositas zat cair yang encer, sedangkan rotor 4# untuk mengukur viskositas zat cair yang kental. Pada pengujian viskositas pada DAS Saddang, penyusun menggunakan rotor 1# untuk pengujian karena pada rotor 1# tingkat sensitifitasnya paling tinggi.



Gambar 2.8 Jenis-jenis Rotor

