



Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)

Alamat Jurnal: <http://jpi.eng.unila.ac.id/index.php/ojs>



ANALISIS DEBIT AIR PADA DAERAH ALIRAN KALI JALETRENG (STUDI KASUS PADA KOTA TANGERANG SELATAN)

Nur Dewisri Fatihawati ^{a,*}, Ratna Widyawati ^b, Trisyia Septiana ^c

^aDinas Cipta Karya dan Tata Ruang (DCKTR) Kota Tangerang Selatan, Intermark Indonesia Associate Tower Lt.3, Banten

^{b,c}Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Masuk 10 Agustus 2023

Diterima 10 September 2023

Kata kunci:

Analisis

Daerah Aliran

Debit Air

Kali Jaletreng

Kota Tangerang Selatan

Dengan banyak penduduk dan laju pertumbuhan yang tinggi akan selaras dengan kebutuhan berbagai sumber daya untuk mendukung keberlangsungan hidup penduduknya, salah satunya adalah sumber daya air (Steven dkk, 2017). Debit air yang mengalir di sungai sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain bentuk sungai dan besarnya curah hujan yang turun. Faktor Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) diantaranya yaitu luas dan bentuk das, topografi, dan tata guna lahan. Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku untuk nantinya dapat diolah dan didistribusikan ke wilayah pelayanan terdekat dengan kapasitas yang bisa diambil dari debit handal anak sungai/kali tersebut. Metode pada penelitian ini yang digunakan dari mulai mendapatkan data hingga menganalisisnya debit pada lokasi studi dilakukan dengan cara menggunakan *software* seperti *Google Earth*, *Microsoft Excel*, *QGIS* dan *CAD*, serta dilakukan pula analisis dengan pengamatan langsung dan dilanjutkan dengan menggunakan rumus hidrolik. Hasil analisis pada daerah titik aliran Kali Jaletreng (Daerah Aliran Perumahan Puri Serpong) didapatkan hasil pengukuran rata-rata luas penampang air 2,90 m², kecepatan aliran air 0,50 m/s, dan debit 1,29 m³/s. Jika akan dilakukan pengajuan pemanfaatan air baku, maka disarankan maksimal hanya 20% dengan hasil analisis SNI No. 19-6738-2015 dari debit terendah Q80% yaitu 0,66 m³/s = 0,132 m³/s ≈ 132 l/s dan Q90% yaitu 0,56 m³/s = 0,112 m³/s ≈ 112 l/s dan Qsesaat yaitu 1,01 m³/s = 0,202 m³/s ≈ 202 l/s, apabila dilakukan rata-rata debit dari hasil analisis tersebut didapatkan 0,148 m³/s ≈ 148 l/s.

1. Pendahuluan

Dunia saat ini mengalami perubahan iklim yang diakibatkan oleh pemanasan global (*global warming*). Dampak yang paling dirasakan akibat anomali cuaca adalah banyaknya bencana yang diakibatkan oleh fenomena alam tersebut. Curah hujan yang tinggi ataupun kekeringan yang berkepanjangan, kebakaran hutan dan banyak lagi bencana yang terjadi. Di Indonesia, beberapa daerah mengalami kekeringan dan beberapa daerah mengalami curah hujan yang tinggi yang mengakibatkan banjir (Franky dkk, 2021). Pendayagunaan sumber daya air untuk irigasi, energi, air baku dan lain-lain, memerlukan analisis ketersediaan air, yang membutuhkan data debit Panjang dan kontinyu. Namun kenyataan dilapangan seringkali ditemukan data yang tidak lengkap (Isnandik, 2017). Dengan banyak penduduk dan laju pertumbuhan yang tinggi akan selaras dengan kebutuhan berbagai sumber daya untuk mendukung keberlangsungan hidup penduduknya, salah satunya adalah sumber daya air (Steven dkk, 2017). Debit air yang mengalir di sungai sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain bentuk sungai

dan besarnya curah hujan yang turun. Semakin besar curah hujan yang turun maka semakin besar pula debit air di sungai oleh karena itu perlu dilakukan analisis debit maksimum di Daerah Aliran Sungai (Rosany dkk, 2019).

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besar air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai faktor secara bersamaan. Soemarwoto (1985). Mengemukakan batasan Daerah Aliran Sungai adalah suatu daerah yang dibatasi oleh igir-igir gunung yang semua aliran permukaannya mengalir ke suatu sungai utama. Atas dasar definisi tersebut diatas maka Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diartikan sebagai kesatuan ruang yang terdiri atas unsur abiotik (tanah, air, udara), biotik (vegetasi, binatang dan organisme hidup lainnya) dan kegiatan manusia yang saling berinteraksi dan saling ketergantungan satu sama lain, sehingga merupakan satu kesatuan ekosistem, hal ini berarti bahwa pengelolaan hutan, tanah, air, masyarakat dan lain-

*Penulis korespondensi.

E-mail: nurdewi.sf@gmail.com

lain harus memperhatikan peranan dari komponen-komponen ekosistem tersebut. Dalam kaitannya dengan limpasan, faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu faktor meteorologi dan karakteristik daerah tangkapan saluran atau daerah aliran sungai (DAS). Faktor Meteorologi antara lain intensitas hujan, durasi hujan, dan distribusi curah hujan. Faktor Karakteristik DAS diantaranya yaitu luas dan bentuk das, topografi, dan tata guna lahan. (Ni Putu, 2022).

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia untuk memenuhi aspek kesehatan disamping sebagai faktor pendorong pertumbuhan ekonomi dan peningkatkan derajat hidup, yang sangat tergantung pada kemampuan dalam pelayanan penyediaan air bersih. Dalam rangka meningkatkan pelayanan pada masyarakat akan pemenuhan kebutuhan air bersih yang memenuhi baku mutu syarat kualitas air bersih, maka dapat memanfaatkan potensi air baku yang dapat dipergunakan untuk pengembangan SPAM yaitu berupa sumber air permukaan dan anak-anak sungai yang ada di wilayah administratif Kota Tangerang Selatan. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku untuk nantinya dapat diolah dan didistribusikan ke wilayah pelayanan terdekat dengan kapasitas yang bisa diambil dari debit handal anak sungai/kali tersebut. Debit aliran merupakan sebuah satuan yang digunakan untuk mendekati nilai hidrologis proses yang terjadi di lapangan. Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah. Debit aliran dapat dijadikan sebuah alat untuk memonitor dan mengevaluasi neraca air suatu kawasan melalui pendekatan potensi sumber daya air yang ada. Kegiatan pamantauan debit mutlak diperlukan untuk dapat menentukan debit pengambilan air baku dari sungai yang dijadikan objek penelitian/kajian.

2. Metodologi

Metodologi pada penelitian ini dimaksudkan adalah langkah/tahapan dalam penelitian yang dimulai dari tahap mendapatkan hingga mengolah data dan menyimpulkannya.



Gambar 1. Alur Pengerjaan Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data penelitian, selain dari studi literatur yang didapatkan dilakukan juga observasi/survei langsung kelapangan. Adapun dari hasil pengumpulan data didapatkan data-data kualitatif (deskriptif) dan kuantitatif (angka).

2.2 Data Primer

Pada penelitian ini terdapat data primer yang mengacu pada data yang berasal dari peneliti untuk pertama kalinya dengan cara survei langsung (*real-time*). Data primer adalah data basis atau utama yang digunakan dalam penelitian. Data primer adalah jenis data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber utamanya seperti melalui wawancara, survei, eksperimen, dan sebagainya. Data primer biasanya selalu bersifat spesifik karena disesuaikan oleh kebutuhan peneliti.

2.3 Data Sekunder

Selain itu pada penelitian ini juga terdapat data sekunder dimana data ini sudah ada pada instansi atau organisasi ataupun data hasil studi literatur. Data sekunder merupakan berbagai informasi yang telah ada sebelumnya dan dengan sengaja dikumpulkan oleh peneliti yang digunakan untuk melengkapi kebutuhan data penelitian. Biasanya data-data ini berupa diagram, grafik, atau tabel sebuah informasi penting seperti sensus penduduk. Data sekunder bisa dikumpulkan melalui berbagai sumber seperti buku, situs, atau dokumen pemerintah (Ika, 2020).

2.4 Pengolahan dan Analisis Data

- Software** – Pada pekerjaan ini terdapat beberapa software yang digunakan untuk mengolah dan menganalisa data yaitu meliputi *Google Earth*, *Microsoft Excel* dan *QGIS*.
- Instrumen** – Pada penelitian ini dalam melakukan permodelan penampang menggunakan software khusus yaitu *AutoCAD*.
- Analisis perhitungan debit – menganalisis ketersediaan air di lokasi studi menggunakan perhitungan debit andal dengan metode kekerapan SNI No. 19-6738-2015 dan juga melakukan analisis debit dengan pengukuran fisik lalu dilanjutkan dengan analisis menggunakan rumus hidrolik (misal rumus Manning atau Chezy).

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengumpulan data penelitian didapatkan data-data kualitatif (deskriptif) dan kuantitatif (angka). Data-data ini dihasilkan dari data primer (observasi/survei maupun tes fisik) lalu dilanjutkan dengan pengolahan dan analisis data primer tersebut menggunakan hasil penelaahan dari data sekunder (studi literatur).

3.1 Wilayah Studi Kota Tangerang Selatan

Kota Tangerang Selatan terbentuk pada tahun 2008 dan menjadi daerah otonom termuda setelah memisahkan diri dari Kabupaten Tangerang yang disahkan pada Sidang Paripurna DPR RI 29 Oktober 2008. Secara geografis Kota Tangerang Selatan terletak antara 106° 14' BT sampai 106° 22' BT dan 06° 39' LS sampai 06° 47' LS dengan total luas mencapai 168,85 km².



Gambar 2. Peta Administrasi Kota Tangerang Selatan

Kota Tangerang Selatan yang dibentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 51 Tahun 2008, memiliki 7 kecamatan dan 54 kelurahan. Batas-batas wilayah Kota Tangerang Selatan sebagai berikut:

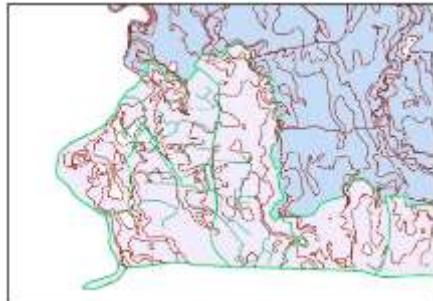
- Sebelah Utara berbatasan dengan Kota Tanggeran dan DKI Jakarta.
- Sebelah Timur berbatasan dengan Provinsi Jawa Barat (Kota Depok) dan DKI Jakarta.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Provinsi Jawa Barat (Kabupaten Bogor dan Kota Depok).
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Tangerang.

Kota Tangerang Selatan memiliki bentuk topografi dengan sebagian besar wilayah merupakan dataran rendah yang relatif datar dengan kemiringan tanah rata-rata 0-3%, sedangkan ketinggian wilayah antara 0-25 mdpl. Untuk kemiringan garis besar terbagi dari 2 (dua) bagian, yaitu kemiringan antara 0-3% meliputi: Kecamatan Ciputat, Kecamatan Ciputat Timur, Kecamatan Pamulang, Kecamatan Serpong dan Kecamatan Serpong Utara. Dan Kemiringan antara 3-8% meliputi: Kecamatan Pondok Aren dan Kecamatan Setu. Kota Tangerang Selatan merupakan daerah yang relatif datar. Beberapa kecamatan memiliki lahan yang bergelombang seperti di perbatasan antara Kecamatan Setu dan Kecamatan Pamulang serta sebagian di Kecamatan Ciputat Timur. Kondisi geologi Tangerang Selatan umumnya adalah batuan alluvium, yang terdiri dari batuan lempung, lanau, pasir, kerikil, kerakal dan bongkah. Jenis batuan ini mempunyai tingkat kemudahan dikerjakan atau workability yang baik sampai sedang, unsur ketahanan terhadap erosi cukup baik oleh karena itu wilayah Kota Tangerang Selatan masih cukup layak untuk kegiatan perkotaan. Jumlah penduduk di Kota Tangerang Selatan bedasarkan hasil sensus penduduk yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik Kota Tangerang Selatan, menyebutkan bahwa jumlah penduduk secara keseluruhan sebesar 1.365.688 jiwa, dengan kepadatan penduduk sebesar 8284 jiwa/km² dan laju pertumbuhan 0,47% (Kota Tangerang Selatan dalam Angka Tahun 2022).

3.2 Wilayah Studi Kali Jaletreng

Model yang digunakan untuk menganalisa ketersediaan air di lokasi studi adalah HEC-HMS. Konfigurasi model hidrologi yang digunakan sama dengan pemodelan banjir. Analisis ketersediaan air memerlukan model kontinyu interval 1-harian selama 22 tahun (GPM, 1998- 2019). Dengan demikian, pemilihan metode sub komponen model menjadi berbeda. Khusus untuk simulasi debit harian sepanjang 22 tahun dipilih metode seperti terlihat pada

Tabel di bawah. dengan sub-model kehilangan (loss) *Deficit Constant* yang mengandung 3 parameter yang perlu dikalibrasi. Selain sub model Losses, sub model Aliran Dasar dengan *Linear Reservoir* memegang peranan penting dalam simulasi aliran rendah atau *baseflow* karena akan sangat mempengaruhi kinerja turbin nantinya. Input data hujan harian menggunakan data GPM sepanjang 22 tahun.

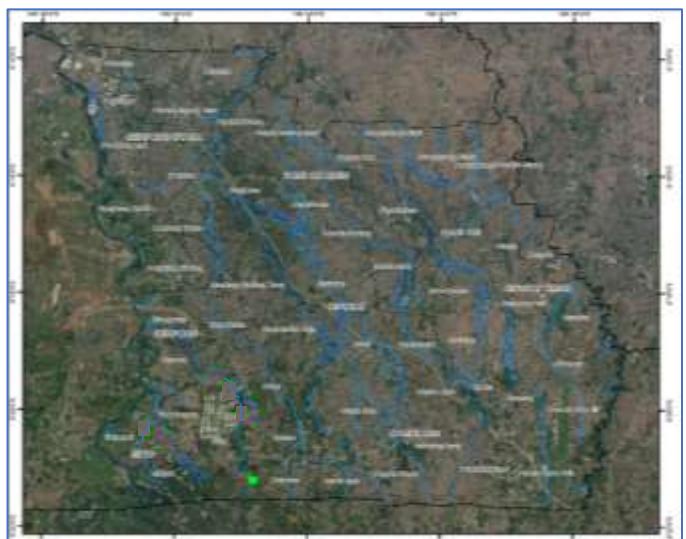


Gambar 3. Peta Topografi DAS Jaletreng



Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng DAS Jaletreng

Luas dan bentuk dari DAS Jaletreng berdasarkan analisa GIS dengan peta DEM dan peta sungai digital maka didapatkan luas DAS Jaletreng adalah sebesar 60.2 km² seperti ditunjukkan pada Gambar di atas. Selain itu dilakukan pengukuran debit fisik sampel secara langsung pada lokasi DAS Jaletreng yang secara geografis terletak pada titik koordinat 6.353446 S 106.686517 E (area Perumahan Puri Serpong, Kelurahan Babakan, Kecamatan Setu).



Gambar 5. Peta Titik Sampel Pengamatan DAS Jaletreng



Gambar 6. Lokasi Titik Sampel Pengamatan DAS Jaletreng (Aliran Sungai Jaletreng di samping Perumahan Puri Serpong, Kelurahan Babakan, Kecamatan Setu)

Sementara distribusi kemiringan lahan pada DAS Jaletreng ditunjukkan pada Tabel di bawah.

Tabel 1.
Kelas Kemiringan di DAS Jaletreng

No.	Kelas Kemiringan	Luas, [km ²]	Persentase, [%]
1	0 - 8%	14,3	23,7
2	8 - 15%	16,4	27,3
3	15 - 25%	17,4	29,0
4	25 - 45%	8,1	13,4
5	> 45%	4,0	6,6
Jumlah :		60,2	100,0

Perhitungan luas DAS ini menggunakan metode digitasi otomatis di mana ukuran piksel mempengaruhi ukuran DAS yang dihasilkan. Semakin besar detail semakin baik dan pada proyek ini data yg dipakai adalah ukuran 30 m. Digitasi otomatis ini dilakukan berbasis piksel raster, garis deliniasi yang dihasilkan dapat diberi efek "smooth" untuk memperhalus garis tepi. Jika tidak maka akan berbentuk garis siku-siku. Dalam perhitungan luas DAS ini, pemeriksaan dengan peta RBI juga selalu dilakukan untuk melihat keakuratan garis yang diambil.

3.3 Data Curah Hujan Wilayah Studi

Data hujan diperoleh dari penakar Curah hujan yang dipasang pada suatu tempat disebu Pos Hujan dengan persyaratan dan kerapatan antar pos memnuhi kebutuhan keterwakilan suatu wilyah. Saat ini telah dikembangkan sistem telemetring dimana data dari pengamatan otomatis tidak dinyatakan dalam grafik tetapi dalam bentuk digital dan tersimpan dalam peralatan penyimpan/ storage (modem) yang dapat menyimpan data hujan menitan lebih dari satu tahun data dan dapat juga ditransmisikan melalui jaringan GSM dan atau internet sehingga dapat diketahui/ diambil secara real/ tepat waktu.

Hasil akhir pengolahan data hujan adalah tabulasi ketersediaan data hujan dalam satu periode tertentu, umumnya adalah hujan harian dalam satu tahun, jika sudah ada data ini maka tentu saja dapat dinyatakan juga dalam mingguan, dasarian, tengah bulanan, dan bulanan, serta tahunan. Untuk keperluan khusus data hujan yang diperlukan bukan data harian, tetapi data harian maksimum

(data intensitas hujan perhari tertinggi), dan jika memungkinkan diperlukan juga berapa lama waktu hujan pada saat tersebut, untuk informasi semacam ini hanya dapat diperoleh dari pengamatan hujan otomatis (ARR), baik dalam bentuk grafik atau digital/ logger.

Kota Tangerang Selatan mempunyai iklim tropis dengan variasi curah hujan pada tahun 2021 antara 54,3 mm sampai dengan 537,9 mm dengan jumlah hari hujan 8 sampai dengan 22 hari. Curah hujan tertinggi pada tahun 2021 pada bulan Februari dan terendah pada bulan Juli. Kecepatan angin maksimum di Kota Tangerang Selatan 20 Knots pada bulan November. Temperatur udara maksimum 37°C pada bulan Desember dan minimum pada bulan Maret 21,8°C.

Tabel 2.
Curah Hujan Rata-Rata di Kota Tangerang Selatan Tahun 2021
(Sumber : Kota Tangerang Selatan Dalam Angka Tahun 2022)

Bulan	Curah Hujan Rata-rata Bulanan (mm)
Januari	154,0
Februari	537,9
Maret	215,9
April	118,0
Mei	328,6
Juni	350,2
Juli	54,3
Agustus	220,8
September	77,7
Okttober	88,2
November	269,0
Desember	226,9

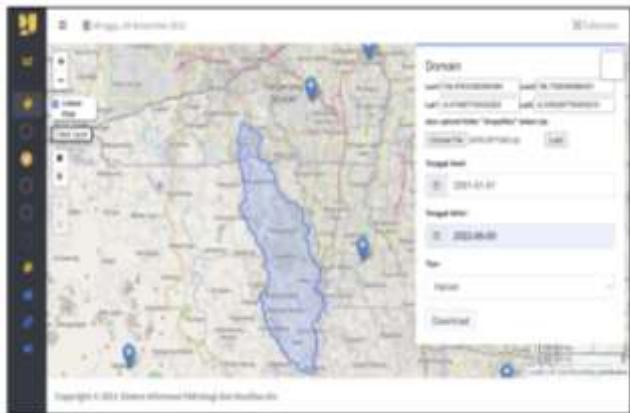
Tabel 3.
Kecepatan Angin Rata-Rata di Kota Tangerang Selatan Tahun 2021
(Sumber : Kota Tangerang Selatan Dalam Angka Tahun 2022)

Bulan	Kecepatan Angin Rata-Rata Bulanan (Knots)
Januari	2,3
Februari	2,1
Maret	1,5
April	1,3
Mei	1,3
Juni	1,3
Juli	1,5
Agustus	1,5
September	1,8
Okttober	1,5
November	2,6
Desember	1,8

Tabel 4.
Temperatur Udara Rata-Rata di Kota Tangerang Selatan Tahun 2021
(Sumber : Kota Tangerang Selatan Dalam Angka Tahun 2022)

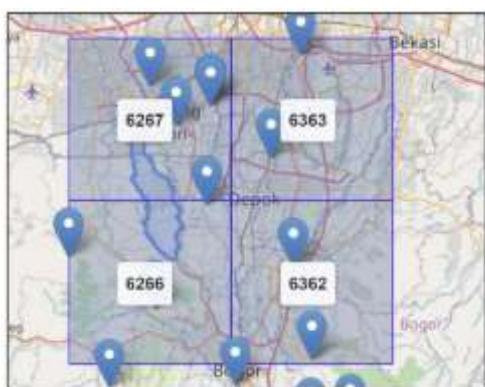
Bulan	Temperatur Rata-Rata Bulanan (°C)
Januari	28,7
Februari	28,7
Maret	30,0
April	30,1
Mei	30,3
Juni	29,3
Juli	30,4
Agustus	30,2
September	30,5
Okttober	30,3
November	29,4
Desember	29,3

Peta sebaran pos hidrologi dalam hal ini pos curah hujan, pos debit dan pos klimatologi pada lokasi studi sangat diperlukan untuk mengetahui pos mana saja yang berpengaruh dan akan digunakan untuk analisa selanjutnya. Untuk Pos Hujan di DAS Jaletreng sendiri banyak yang berada di luar DAS, dengan panjang data yang beragam, perlu dipertimbangkan penggunaan data GPM untuk analisa ke depannya.



Gambar 7. Peta pos Hidrologi di sekitar DAS Jaletreng

Data hujan yang diunduh untuk lokasi studi meliputi 5 grid GPM dengan ukuran 28 km x 28 km seperti ditampilkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 8. Peta Grid GPM DAS Jaletreng

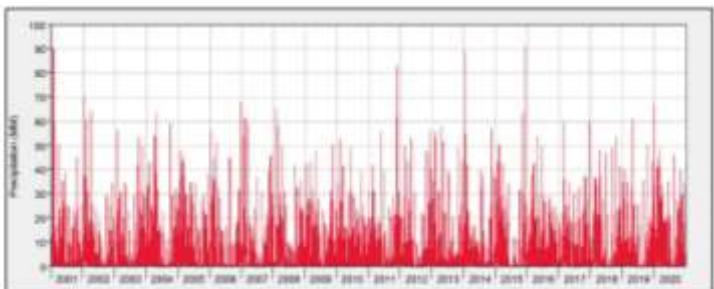
Data dan informasi pada Sistem Informasi yang tersedia di dalam lingkungan Kementerian PUPR dan BMKG telah dikumpulkan. Time series di bawah menunjukkan data hujan di Stasiun Sawangan.



Gambar 9. Grafik Timeseries Data Hujan Stasiun Sawangan (Dekat Lokasi Studi)

Data GPM tentu saja tidak dapat digunakan begitu saja tanpa adanya kalibrasi atau koreksi dengan data groundstation. Faktor koreksi selayaknya sama untuk seluruh wilayah studi karena punya kesamaan iklim. Pencarian faktor koreksi dilakukan dengan *Trial and Error*

dengan fungsi *objektif Mean Absolut Error (MAE)* di mana *error* dihitung dari selisih probabilitas dari kejadian hujan yang sama. Untuk data GPM ini tersedia dari tahun 1998-2019, dengan output 3 jam-an yang dapat diolah menjadi harian sampai dengan data 15 harian untuk analisa ketersediaan air. Kalibrasi data hujan dan debit pada analisa ketersediaan air dengan *rainfall runoff* pun bisa dilakukan dengan dukungan data hujan GPM ini. Grafik di bawah ini menunjukkan data yang didapat pada Proses Pengambilan data sebelumnya dengan total *Time series* data dari tahun 2001 s/d 2023. Di mana sudah memenuhi syarat di dalam pembangkitan data Debit Ketersediaan (harus >10 tahun).



Gambar 10. Grafik Nilai Curah Hujan Satelit DAS Jaletreng (2001-2023)

3.4 Analisis Ketersediaan Debit Air di Wilayah Studi dengan Perhitungan debit andalan mengikuti SNI No. 19-6738-2015

Perhitungan debit andalan mengikuti SNI No. 19-6738-2015. Rumus yang digunakan dalam perhitungan debit andalan dengan metode kekerapan adalah sebagai berikut : dengan pengertian :

$P(X < x)$ = probabilitas terjadinya *variable X* (debit aliran) yang lebih besar dari $x \text{ m}^3/\text{s}$.
 m = peringkat data
 n = jumlah data
 X = seri data debit
 x = debit andalan jika probabilitas sesuai dengan peruntukannya,
misalnya $P(X \geq Q_{80\%}) = 0,8$.

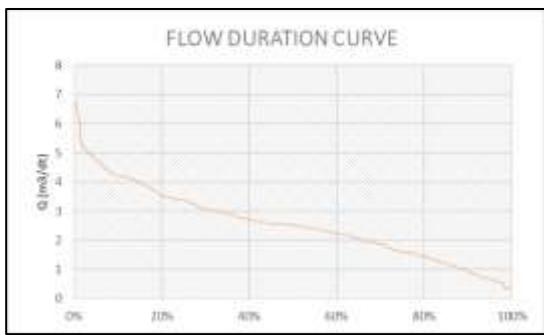
Perhitungan debit andalan dengan analisis lengkap kekerapan digunakan untuk perencanaan berbagai pemanfaatan air di mana probabilitas yang digunakan disesuaikan dengan persyaratan dalam perencanaan tersebut, misal untuk debit andalan setiap bulan dengan probabilitas 80% dan 90% (mengandung pengertian yaitu debit dengan kemungkinan tidak terpenuhinya sebesar 20% dan 10%) (Annisa dkk, 2019). Analisis debit andalan yang digunakan dalam studi ini adalah debit andalan dengan data tidak menerus untuk mengetahui secara obyektif menggunakan kriteria umum Q_{80} berbasis data *inflow* rata-rata bulanan atau tengah bulanan sesuai dengan distribusi ketersediaan airnya dari bulan Januari sampai Desember.

Tabel 5.
Debit Andal Bulanan DAS Jaletreng

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Q RATA-RATA	3.36	4.34	3.58	3.25	2.69	1.88	1.40	1.01	1.17	1.87	2.89	3.23
Q80%	2.15	3.46	2.94	2.66	2.34	1.54	0.76	0.66	0.68	1.14	2.16	2.30
Q90%	1.90	3.24	2.57	2.22	2.18	1.41	0.68	0.60	0.56	0.93	1.87	2.22

Tabel 5.
Generating Data Debit Bulanan 1998-2019

TAHUN	JAN	FEB	MAR	<th>MAY</th> <th>JUN</th> <th>JUL</th> <th>AGU</th> <th>SEP</th> <th>OCT</th> <th>NOV</th> <th>DIC</th>	MAY	JUN	JUL	AGU	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	2,03	4,73	2,83	3,23	2,43	3,03	2,73	3,23	1,55	2,53	3,23	3,23
2002	4,73	6,13	3,03	3,43	2,43	5,33	3,43	0,93	0,93	1,04	5,13	2,53
2003	1,94	3,13	0,83	2,13	3,13	3,23	3,03	0,93	3,03	3,03	3,23	0,83
2004	3,07	3,93	3,33	4,23	4,03	3,33	3,33	0,93	1,94	1,43	3,23	0,83
2005	4,23	6,08	4,23	3,63	2,43	2,86	2,33	3,43	2,03	3,93	2,23	0,83
2006	4,73	6,73	3,83	3,03	2,23	1,83	0,63	3,03	0,93	1,83	1,83	0,83
2007	3,04	6,33	3,47	3,73	2,03	3,73	2,43	0,84	0,93	2,43	2,86	0,83
2008	3,13	3,13	0,83	3,33	2,86	3,43	0,73	0,83	3,23	3,86	3,33	2,33
2009	3,47	3,93	3,47	3,73	2,03	3,73	0,73	0,93	3,23	3,86	3,33	2,33
2010	3,73	3,93	3,47	3,73	2,03	3,73	0,73	0,93	3,23	3,86	3,33	2,33
2011	3,13	3,46	2,86	3,03	3,13	2,73	2,23	1,86	2,03	2,03	2,03	3,13
2012	3,13	3,46	2,86	3,03	3,13	2,73	2,23	1,86	1,73	1,46	2,03	3,13
2013	3,03	3,33	2,33	3,73	3,03	3,03	0,73	0,34	0,63	2,13	3,03	4,33
2014	4,33	4,53	3,33	3,03	2,86	1,73	2,33	3,23	3,03	3,73	3,93	3,33
2015	6,73	6,43	2,33	2,33	2,33	1,83	3,86	3,86	0,73	3,54	2,93	2,33
2016	3,03	5,41	4,46	3,43	2,43	3,93	0,34	0,63	0,93	0,93	3,46	6,73
2017	3,03	3,33	3,33	3,33	2,33	2,33	2,03	1,53	2,03	2,03	2,86	3,33
2018	3,46	6,55	3,86	3,86	3,46	2,03	1,54	1,67	1,93	2,76	3,03	3,33
2019	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	0,93	0,93	0,93	0,93	3,46	3,46
QRAWA-RATA	3,73	3,58	3,33	3,03	3,03	1,93	1,23	0,63	0,63	2,03	3,86	4,33
QRAWA	3,13	3,03	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	3,03	3,03
QRAWA-MIN	3,03	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
QRAWA-MAX	4,73	6,73	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86



Gambar 11. Grafik Flow Duration Curve

Flow Duration Curve merupakan lengkung durasi aliran yang digambarkan dalam bentuk grafik dengan melakukan pemilihan dan pengelompokan Data Deret Hidrologi (Debit) berdasarkan tren Bulan Basah dan Bulan Kering.



Gambar 12. Grafik Debit Andalan Q80% dan Q90% Daerah Aliran Kali Jaletreng

Pada Gambar 12- merupakan hasil lanjutan dari Data Debit Ketersediaan tiap bulannya dimana akan didapatkan Debit Andalan yang dapat dijadikan dasar didalam menentukan Potensi Debit pada Titik Tinjau. Analisis perhitungan debit andal dengan metode kekerapan SNI No. 19-6738-2015 menunjukkan besaran Q80% debit maksimal pada bulan Februari sebesar $3,46 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit minimal pada bulan Agustus $0,66 \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan Q90% debit maksimal pada bulan Februari sebesar $3,24 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit minimal pada bulan September $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga didapatkan Qrata-rata tertinggi pada bulan Februari mencapai $4,34 \text{ m}^3/\text{s}$ dan terrendah pada bulan Agustus $1,01 \text{ m}^3/\text{s}$. Jika akan dilakukan pengajuan pemanfaatan air baku, maka disarankan maksimal hanya 20%, maka didapatkan hasil analisis dari debit

terendah Q80% yaitu $0,66 \text{ m}^3/\text{s} = 0,132 \text{ m}^3/\text{s} \approx 132 \text{ l/s}$ dan Q90% yaitu $0,56 \text{ m}^3/\text{s} = 0,112 \text{ m}^3/\text{s} \approx 112 \text{ l/s}$.

3.5 Analisis Ketersediaan Debit Air di Wilayah Studi dengan Pengukuran

Jika pada teknik perhitungan debit dengan metode kekerapan SNI No. 19-6738-2015 data masukan akan memudahkan peneliti dalam pemodelan alih ragam hujan-debit (M.Angga, 2022), akan berbeda cara dengan analisis perhitungan debit pengukuran/peninjauan langsung, namun jika data debit ini akan diaplikasikan untuk digunakan maka dapat menggunakan hasil debit terrendah agar tidak terjadi devisit air aliran/air baku. Adapun tahapan dalam analisis ketersediaan debit air di wilayah studi dengan pengukuran langsung antara lain :

1. Menentukan titik lokasi pengukuran debit sungai.

Untuk lokasi pengukuran dilakukan pada aliran sungai Jaletreng, titik koordinat 6.353446 S 106.686517 E, diwilayah administrasi Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten, dengan lokus di Perumahan Puri Serpong, Kelurahan Babakan, Kecamatan Setu.

2. Pengukuran penampang melintang sungai dan tinggi muka air.

Data-data koordinat dan ketinggian diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung dilapangan. Peralatan berikut perlengkapannya yang dipergunakan maupun bahan-bahan harus memenuhi syarat dan ketepatan serta standar ketelitian sesuai ketentuan teknis. Personil yang dipekerjaan telah mendapat pelatihan dibidangnya serta mempunyai pengalaman yang cukup. Dengan dukungan hal-hal tersebut diatas, harus dapat memberikan hasil pekerjaan yang berkualitas tinggi. Semua jarak akan diukur dilapangan dengan menggunakan jarak ukur optik. Kriteria Pengukuran profil melintang adalah sebagai berikut:

- Alat yang dipergunakan adalah total station.
- Potongan melintang diambil tegak lurus as saluran.
- Poligon harus tertutup terhadap titik terdekat yang sudah ditetapkan untuk mengecek ketelitiannya.
- Potongan melintang yang diukur membentang minimal 10 m di kedua sisi as saluran.

Hasil pengukuran lapangan terhadap penampang melintang sungai dan tinggi muka air yang dilakukan pada 17-19 April 2023 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 13. Dokumentasi lapangan saat proses pengukuran penampang melintang sungai dan tinggi muka air Kali Jaletreng



- g. Patok ukur
- h. Kamera
- i. GPS
- j. Alat tulis
- Peralatan pengukur tinggi muka air memerlukan Tongkat/Pita Ukur.
- Peralatan tambahan yang diperlukan, antara lain:
 - a. Pelampung
 - b. Sepatu lapangan
 - c. Baju merawas
 - d. Radio komunikasi dua arah atau telepon genggam
 - e. Tali
 - f. Payung
 - g. Stopwatch
- Peralatan keamanan dan keselamatan kerja.

Gambar 14. Hasil pengukuran penampang melintang sungai dan tinggi muka air Kali Jaletreng

Dari hasil pengukuran, rata-rata luas penampang melintang dan tinggi muka air pada Kali Jaletreng adalah 2.900 m^2 .

3. Pengukuran kecepatan aliran

Pengukuran debit dapat dilakukan secara langsung dan secara tidak langsung. Pengukuran debit secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa alat pengukur arus (*current meter*), pelampung, zat warna, dll. Debit hasil pengukuran dapat dihitung segera setelah pengukuran selesai dilakukan. Dari hasil pengukuran kecepatan aliran air pada lokasi pengamatan (dengan koefisien jarak yaitu 15 meter) adalah :

Tabel 7.
Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air

Lokasi Pengamatan	Jarak/ d (m)	Waktu Tempuh Pelampung/t (detik)			Waktu Tempuh Rata-Rata t=(t1+t2+t3)/3 (detik)	Kecepatan v=(d/v) (m/s)
		t1	t2	t3		
Kali Jaletreng (Daerah Aliran Perumahan Puri Serpong)	15	30,35	30,21	30,27	30,28	0,50

4. Analisa debit aliran.

Pengukuran debit secara tidak langsung adalah pengukuran debit yang dilakukan dengan menggunakan rumus hidrolik misal rumus *Manning* atau *Chezy*. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur parameter hidraulik sungai yaitu luas penampang melintang sungai, keliling basah, dan kemiringan garis energi. Garis energi diperoleh dari bekas banjir yang teramat di tebing sungai. Untuk pos duga air yang sudah dilengkapi dengan pelskal khusus garis energi dapat dibaca dari pelskal khusus tersebut. Pada penelitian ini pengukuran debit dilakukan secara langsung dengan menggunakan pelampung. Peralatan yang diperlukan terdiri dari:

- Peralatan pemetaan yang terdiri dari:
 - a. Alat ukur penyipat ruang
 - b. Alat ukur penyiat datar dengan alat baca sudut datar
 - c. Rambu datar, rambu teleskop
 - d. *Hand level*
 - e. Pita ukur terbuat dari metal atau baja
 - f. *Tag line* (pita baja kecil bertanda tertentu untuk mengukur jarak), *distance meter*

Pengukuran debit sungai terdiri dari empat tahap bagian, yaitu mengukur penampang melintang sungai; mengukur tinggi muka air dan/atau kedalaman air; mengukur kecepatan arus; dan perhitungan debit. Adapun tahapannya terdiri dari :

1. Pengukuran penampang melintang sungai Besarnya aliran tiap waktu atau disebut dengan debit, akan tergantung pada luas tampang aliran dan kecepatan aliran rerata. Pendekatan nilai debit dapat dilakukan dengan cara mengukur tampang aliran dan mengukur kecepatan aliran tersebut. Cara ini merupakan prosedur umum dalam pengukuran debit sungai secara langsung.
2. Pengukuran tinggi muka air Pengukuran luas tampang aliran dilakukan dengan mengukur tinggi muka air dan penampang melintang alur sungai.
3. Pengukuran kecepatan arus Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan alat ukur kecepatan arus. Ada beberapa cara untuk mengukur kecepatan arus, diantaranya dengan menggunakan pelampung. Cara pengukuran adalah dengan prinsip mencari besarnya waktu yang diperlukan untuk bergeraknya pelampung pada sepanjang jarak tertentu. Selanjutnya kecepatan rerata arus didekati dengan nilai panjang jarak tersebut dibagi dengan waktu tempuhnya. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Tetapkan satu titik pada salah satu sisi sungai, misal ditandai dengan patok kayu atau pohon dan satu titik yang lain di seberang sungai yang jika dihubungkan dua titik tersebut akan berupa garis tegak lurus arah aliran.
- Tentukan jarak L, misal 20 meter dan garis yang dibuat pada langkah pertama dan buat garis yang sama (tegak lurus aliran) pada titik L tersebut.
- Hanyutkan pada tempat di hulu garis pertama, pada saat melewati garis pertama tekan tombol stopwatch dan ikuti terus pelampung tersebut. Untuk mengurangi pengaruh angin, maka pelampung dapat diberi pemberat. Pada saat pelampung melewati garis kedua stopwatch ditekan kembali, sehingga akan didapat waktu aliran pelampung yang diperlukan, yaitu T.
- Kecepatan arus dapat dihitung dengan $L/T (\text{m/s})$.
- Perlu mendapat perhatian bahwa cara pada permukaan, sehingga untuk memperoleh kecepatan rerata pada penampang sungai hasil hitungan perlu dikoreksi dengan koefisien antara 0,85-0,95. Selain itu

pengukuran dengan cara ini harus dilakukan beberapa kali mengingat distribusi kecepatan permukaan tidak merata. Dianjurkan paling tidak pengukuran dilakukan 3 kali, kemudian hasilnya dirata-rata.

Analisis debit aliran dari hasil pengukuran lapangan (dengan koreksi koefisien 0,9 detik) adalah sebagai berikut :

Tabel 8.

Analisis Debit Aliran Dari Hasil Pengukuran Lapangan

Lokasi Pengamatan	Koreksi Kecepatan (detik)	Luas Penampang (m ²)		Luas Penampang	Debit (m ³ /s) Q = V*A	Debit (l/s) Q*1000
		a1	a2			
Kali Jaletreng (Daerah Aliran Perumahan Puri Serpong)	0,45	3,38	2,42	2,90	1,29	1.293,15

Hasil pengukuran lapangan dan analisis debit pada Kali Jaletreng pada lokasi Perumahan Puri Serpong adalah sebesar $1,29 \text{ m}^3/\text{s} \approx 1.293,15 \text{ l/s}$. Jika akan dilakukan pengajuan pemanfaatan air baku, maka disarankan maksimal hanya 20% dengan analisis Qsesaat yaitu $1,29 \text{ m}^3/\text{s} \approx 129 \text{ l/s}$.

4. Kesimpulan

Dengan banyak penduduk dan laju pertumbuhan yang tinggi akan selaras dengan kebutuhan berbagai sumber daya untuk mendukung keberlangsungan hidup penduduknya, salah satunya adalah sumber daya air (Steven dkk, 2017). Debit air yang mengalir di sungai sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain bentuk sungai dan besarnya curah hujan yang turun. Faktor Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) diantaranya yaitu luas dan bentuk das, topografi, dan tata guna lahan (Ni Putu, 2022). Semakin besar curah hujan yang turun maka semakin besar pula debit air di sungai oleh karena itu perlu dilakukan analisis debit maksimum di Daerah Aliran Sungai (Rosany dkk, 2019). Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku untuk nantinya dapat diolah dan didistribusikan ke wilayah pelayanan terdekat dengan kapasitas yang bisa diambil dari debit handal anak sungai/kali tersebut. Metode pada penelitian ini yang digunakan dari mulai mendapatkan data hingga menganalisisnya debit pada lokasi studi dilakukan dengan cara menggunakan software seperti *Google Earth*, *Microsoft Excel*, *QGIS* dan *CAD*, serta dilakukan pula analisis debit dengan pengukuran dilapangan dan dilanjutkan dengan analisis menggunakan rumus hidrolik. Analisis perhitungan debit andal dengan metode kekerapan SNI No. 19-6738-2015 menunjukkan besaran Q80% debit maksimal pada bulan Februari sebesar $3,46 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit minimal pada bulan Agustus $0,66 \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan Q90% debit maksimal pada bulan Februari sebesar $3,24 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit minimal pada bulan September $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga didapatkan rata-rata tertinggi pada bulan Februari mencapai $4,34 \text{ m}^3/\text{s}$ dan terrendah pada bulan Agustus $1,01 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan hasil analisis debit sesaat (rentan waktu 17-19 April 2023) dengan pengukuran fisik langsung dilapangan (Kali Jaletreng - Daerah Aliran Perumahan Puri Serpong) dan dilanjutkan dengan analisis menggunakan rumus hidrolik didapatkan hasil pengukuran rata-rata luas penampang air $2,90 \text{ m}^2$, kecepatan

aliran air $0,50 \text{ m/s}$, dan debit $1,29 \text{ m}^3/\text{s}$. Jika akan dilakukan pengajuan pemanfaatan air baku, maka disarankan maksimal hanya 20% dengan analisis perhitungan debit andal dengan metode kekerapan SNI No. 19-6738-2015 didapatkan debit terendah Q80% yaitu $0,66 \text{ m}^3/\text{s} = 0,132 \text{ m}^3/\text{s} \approx 132 \text{ l/s}$ dan Q90% yaitu $0,56 \text{ m}^3/\text{s} = 0,112 \text{ m}^3/\text{s} \approx 112 \text{ l/s}$ dan Qsesaat yaitu $1,01 \text{ m}^3/\text{s} = 0,202 \text{ m}^3/\text{s} \approx 202 \text{ l/s}$, apabila dilakukan rata-rata debit dari hasil analisis tersebut didapatkan $0,148 \text{ m}^3/\text{s} \approx 148 \text{ l/s}$.

Daftar Pustaka

- Annisa Destiany., Manyuk Fauzi., Yohanna Lili Handayani. (2019). *Analisis Debit Andalan Sungai Batang Lubuh Pos Duga Air Pasir Pengaraia*. Jurnal Teknik Jurnal Teknik, Volume 13, Nomor 2, pp 9-16. (Oktober 2019).
- Franky Tombokan., Teddy Takaendengan. (2021). *Identifikasi Dan Pengukuran Debit Aliran Sungai Sario*. Jurnal Teknik Sipil Terapan, 2012.
- Ika Sari Damayanthi Sebayang., Syaefudin Wibowo. (2020). *Permodelan Curah Hujan-Limpasan Pada SUB DAS Cikapundung Hulu*. Jurnal Forum Mekanika, Vol.9, No.1 (Mei, 2020).
- Isnain Fauzan Akrom., Iwan Kridasantausa Hadihardaja., Wanny Kristiyanti Adidharma. (2017). *Kajian Data TRMM dan GPCC Sebagai Pengisi Data Kosong Hujan Bulanan Dan Tengah Bulanan Studi Kasus DAS Citarum Hulu*. JTSDA, Vol.3, No.2 (Februari, 2017).
- M.Angga Wicaksono., Endro Prasetyo Wahono., Riki Chandra Wijaya., Dyah Indriana Kusumastuti. (2022). *Permodelan Hujan-Debit Aliran Menggunakan Program HEC-HMS 4.5 Di Subdas Argoguroh - Margatiga*. JRSDD, Vol.10, No.2 (Juni, 2022).
- Ni Putu Via Fitriyani. (2022). *Analisis Debit Air di Daerah Aliran Sungai (DAS)*. Ilmuteknik.org, Volume 2 (2), 2022.
- Rosany A.Nomleni., Judi K.Nasjono., Rosmiyati A.Bella. (2019). *Perhitungan Debit Simulasi Dengan Debit Terukur Pada DAS Manikin*. Jurnal Teknik Sipil, Vol.VIII, No.2 (September, 2019).
- SNI 6738. (2015). *Perhitungan Debit Andalan Sungai Dengan Kurva Durasi Debit*. Badan Standardisasi Nasional (BSN) SNI 6738:2015.
- SNI 6738. (2002). *Metode Perhitungan Debit Andalan Sungai Dengan Analisa Lengkung Kekerapan*. Badan Standardisasi Nasional (BSN) SNI 19-6738-2002.
- Steven Marsim., Doddi Yudianto. (2017). *Analisis Debit Andal Pada DAS Cikapundung Hulu Dengan Menggunakan Model NRECA*. Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia, ISSN 2407-1048, Jurnal Teknik Sumber Daya Air, Vol.3, No.2 (Juni, 2017).
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi., Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia., Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (Bandung, 2017). *Modul Perhitungan Hidrologi*. Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar.
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi., Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia., Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (Bandung, 2015). *Pengukuran Hidrologi*. Pelatihan Pengukuran Bidang SDA Tingkat Dasar.