

Artikel

Pengaruh Pondasi Bored pile Terhadap Kapasitas Daya Dukung Dan Stabilitas Underpass (Studi Kasus: Underpass Bulak Kapal)

M. Thalman Harsha¹ dan Budianto Ontowirjo^{1,*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie, Jl. H. R. Rasuna Said, Kuningan, DKI Jakarta, 12940, Indonesia

* Korespondensi: Budianto.Ontowirjo@bakrie.ac.id

Abstrak

Pembangunan pertanian di Indonesia merupakan sektor yang sangat penting, oleh sebab itu diperlukan pengelolaan yang baik untuk pembangunan pertanian. Permasalahan yang sering dihadapi pada lahan daerah irigasi pertanian adalah menurunnya kondisi bendung utama, intake dan kanal saluran irigasi primer, sekunder dan tersier, menyebabkan petak-petak sawah tersier tidak dapat terairi dengan baik terutama pada musim kemarau. Modernisasi dalam konteks pemanfaatan teknologi berbasis Internet of Things [IoT] adalah optimasi pemanfaatan air di kanal primer, sekunder dan tersier dengan layanan informasi real time online kondisi cuaca, evapotranspirasi dari jaringan petak sawah tersier yang tersedia. Dalam penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif karena menggunakan data sekunder yang bersifat kuantitatif yang bergantung pada kemampuan untuk menghitung data secara akurat. Pada Penelitian ini Ketersediaan air dihitung menggunakan Metode F. J. Mock sedangkan untuk Kebutuhan air dihitung menggunakan Metode Penman dan untuk Debit Andalan dihitung menggunakan debit dari curah hujan bulanan. Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air yang berada pada bagian hulu dapat memenuhi kebutuhan air pada petak demplot tersier dengan nilai Debit Andalan Q80 sebesar 38,66 m³/detik dengan Nilai NFR sebesar 34,8 m³/detik.

Kata Kunci: Ketersediaan Air, Kebutuhan Air, Metode F.J. Mock, Metode Penman

1 Pendahuluan

Indonesia adalah Negara yang sebagian besar penduduknya hidup dari pertanian dan makanan pokoknya beras. Karena itu, Pembangunan pertanian di Indonesia merupakan sektor yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia yaitu sebagai penyediaan kebutuhan pangan. Semakin meningkatnya jumlah penduduk berarti bahwa kebutuhan akan pangan juga semakin meningkat, oleh sebab itu diperlukan pengelolaan yang baik untuk pembangunan pertanian. Salah satu pendukung keberhasilan pembangunan pertanian adalah Irigasi. "Menurut peraturan pemerintah nomor 20 tahun 2006 tentang irigasi pada ketentuan umum bab 1 pasal 1 berbunyi irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian". Untuk mengalirkan air sampai pada areal persawahan diperlukan jaringan irigasi, dan air irigasi diperlukan untuk mengairi persawahan, oleh sebab itu kegiatan pertanian tidak lepas dari air.

Permasalahan yang sering dihadapi pada lahan daerah irigasi pertanian di daerah lumbung padi nasional yang dibangun sebelum proklamasi kemerdekaan Republik Indonesia adalah menurunnya kondisi bendung utama, intake dan kanal saluran irigasi primer, sekunder dan tersier, menyebabkan petak2 sawah tersier tidak dapat terairi dengan baik terutama pada musim kemarau. Upaya peningkatan kapasitas layanan infrastruktur jaringan irigasi yang dilaksanakan pemerintah melalui sumber

pembiayaan pinjaman luar negeri dikemas dalam paket "modernisasi jaringan irigasi di 10 wilayah Daerah Irigasi [DI] di Indonesia". Daerah Irigasi Sungai Saddang kabupaten Pinrang, merupakan salah satu lokasi proyek modernisasi jaringan irigasi di propinsi Sulawesi Selatan. Modernisasi dalam konteks pemanfaatan teknologi berbasis Internet of Things [IoT] adalah optimasi pemanfaatan air di kanal primer, sekunder dan tersier dengan layanan informasi real time online kondisi cuaca, evapotranspirasi dari jaringan petak sawah tersier yang tersedia di Unit Pelaksana Teknik Daerah [UPTD] Balai Besar Wilayah Sungai [BBWS] misalnya UPTD Sawitto DI Saddang BBWS Jeneberang Propinsi Sulawesi Selatan. Monitoring kebutuhan air irigasi di petak sawah tersier akibat hilangnya air pada saluran irigasi, infiltrasi dan evapotranspirasi dilakukan di beberapa petak demplot sawah tersier yang sebelumnya dilakukan dengan perhitungan manual menggunakan metode panci Penman digantikan dengan sensor digital dan terhubung dengan jaringan internet atau telekomunikasi nirkabel.

2 Metode

2.1 Irigasi

Irigasi merupakan usaha mengatur, menyediakan dan mengalirkan air dengan waktu dan jumlah yang tepat untuk memenuhi kebutuhan pertanian yang berasal dari permukaan dan air tanah. Segala hal yang berkaitan dengan kebutuhan air

bagi tumbuhan dan kelembaban tanah dicukupi oleh ketersediaan air irigasi yang berasal dari air permukaan tanah dan air tanah. Sumber air permukaan yaitu sungai, waduk, dan curahan air hujan, sedangkan air tanah yaitu air tanah bebas dan air tanah tertekan. Sumber air irigasi dipengaruhi oleh luas daerah tangkapan air, keadaan tanah, sistem penanaman dan curah hujan (Linsley, 1991).

Irigasi menjadi penting karena bermanfaat bagi masyarakat pertanian dan sektor lainnya, terutama di daerah pedesaan yang kebanyakan dari mereka adalah petani. Dengan adanya irigasi di pedesaan sawah dapat di garap tiap tahunnya, dan juga dapat dipergunakan untuk keperluan lainnya yang bermanfaat. Selain itu fungsi dari irigasi itu sendiri adalah penyuplai kebutuhan air pada tanaman, dapat menurunkan suhu tanah, mengurangi kerusakan tanaman akibat adanya frost, serta dapat melunakkan lapisan atas tanah sebelum dilakukan penanaman (Fajriah, 2015).

Irigasi dapat diartikan suatu usaha untuk memenuhi kebutuhan tanaman yang mengalirkan air secara buatan dari sumber air yang telah ada kepada sebidang tanah. Dengan demikian tujuan irigasi adalah mendukung pertumbuhan tanaman agar tanaman dapat tumbuh secara normal dengan cara mengalirkan air secara teratur sesuai kebutuhan tanaman pada saat persediaan lengas tanah tidak mencukupi (Fajriah, 2015).

2.2 Siklus Hidrologi

Secara umum hidrologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Secara khusus menurut SNI No. 03 - 1727 - 1989 - F, hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas permukaan dan di dalam tanah. Menurut (Kodoatie, 1996) siklus hidrologi merupakan konsep dasar tentang keseimbangan air. Susunan secara siklus peristiwa tersebut sebenarnya tidaklah sesederhana yang kita gambarkan. Dalam perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi ke atas atau langsung jauh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda (dapat dilihat pada **Gambar 1**):



Gambar 1. Siklus Hidrologi

ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) akan menjadi bintik – bintik air yang selanjutnya akan turun (precipitation) dalam bentuk hujan, salju, es.

2. Infiltrasi/perkolasi ke dalam tanah, Air bergerak ke dalam tanah melalui celah – celah dan pori – pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut kembali menjadi sistem air permukaan.
3. Air permukaan, Air yang bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin lama landai lahan makin sedikit pori - pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai - sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan di sekitar daerah aliran sungai menuju laut.

2.3 Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, 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 dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 mm atau tertampung air sebanyak satu liter. Umumnya untuk menghitung curah hujan daerah dapat digunakan standar luas daerah sebagai berikut (Sosrodarsono, 1977)

1. Daerah dengan luas 250 ha yang mempunyai variasi topografi yang kecil, dapat diwakili oleh sebuah alat ukur curah hujan.
2. Untuk daerah antara 250 ha – 50.000 ha dengan 2 atau 3 titik pengamatan, dapat digunakan cara rata – rata.
3. Untuk daerah antara 120.000 – 500.000 ha yang mempunyai titik – titik pengamatan yang tersebar cukup merata dan di mana curah hujannya tidak terlalu dipengaruhi oleh kondisi topografi, dapat digunakan cara aljabar rata – rata. Jika titik – titik pengamatan itu tidak tersebar merata maka digunakan cara Thiessen.
4. Untuk daerah yang lebih besar dari 500.000 ha, dapat digunakan cara isohyet atau cara potongan antara (inter – section method).

2.4 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah ke udara dan peristiwa penguapan dari tanaman. Evapotranspirasi merupakan faktor yang penting untuk menentukan kebutuhan air pada tanaman dalam perencanaan irigasi dan merupakan proses dalam siklus hidrologi. Evapotranspirasi secara luas telah dipergunakan dalam menentukan jadwal irigasi pertanian melalui estimasi jumlah air yang diperlukan untuk bercocok tanam dan untuk peningkatan hasil pertanian (Nuryanto, Danang Eko., Rizal, 2013).

1. Evaporasi/transpirasi, Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman tersebut, kemudian akan menguap

Evapotranspirasi adalah perpaduan dua proses yakni proses evaporasi dan proses transpirasi. Pendapat (Subarkah, 1978) menyatakan bahwa apa yang disebut dengan evaporasi adalah proses penguapan atau air dari permukaan tanah, sedangkan transpirasi adalah proses keluarnya air dari tanaman akibat proses respirasi dan fotosintesis. Proses hilangnya air akibat Evapotranspirasi ini merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam hidrologi. Besarnya nilai Evapotranspirasi sangat dibutuhkan untuk tujuan perencanaan irigasi, konservasi air, serta proses irigasi itu sendiri.

Evapotranspirasi aktual (Ea) dihitung dari Evapotranspirasi Potensial (ET₀) metode Penman. Hubungan antara Ea dan Eto dihitung dengan rumus:

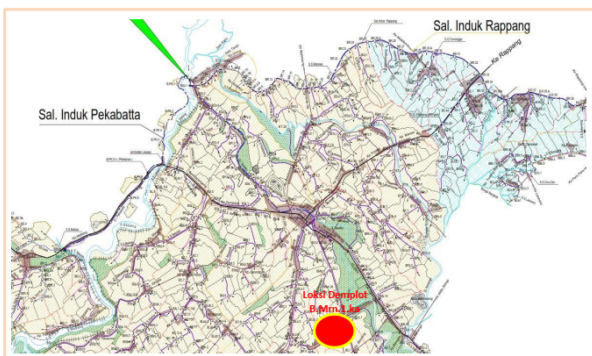
$$Ea = ET_0 - \Delta E \rightarrow (Ea = Et) \tag{1}$$

$$\Delta E = ET_0 \times (m/20) \times (18 - n) \tag{2}$$

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan untuk seluruh daerah studi yang merupakan daerah lahan pertanian yang di olah dan lahan tererosi maka dapat diasumsikan untuk faktor m diambil 30% (Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013)

2.5 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian terletak di UPTD Jampeu, Kecamatan Mat-tiro Bulu, Saluran Sekunder Marannue di Daerah Irigasi Saddang, Provinsi Sulawesi Selatan (seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2).



Gambar 2. Posisi DemPlot pada Daerah Irigasi Saddang

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi data yang baik dan benar agar tujuan penelitian penulis dapat tercapai dengan baik. Penelitian ini menggunakan Data Sekunder, adapun data sekunder yang digunakan sebagai berikut data hujan tahun 2009-2020 dan data klimatologi.

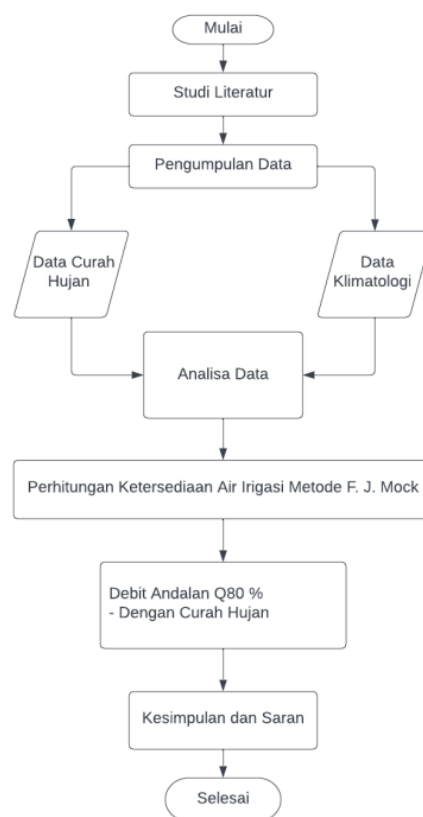
Adapun analisa data yang kami lakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghitung kebutuhan air dengan menggunakan metode penman digunakan data klimatologi (data temperature, data kelembababan, data kecepatan angin dan data penyinaran matahari) yang didapatkan dari stasiun

2. Untuk menghitung ketersediaan air dengan menggunakan metode mok digunakan data curah hujan, evapotranspirasi dan luas daerah aliran sungai. Dimana data curah hujan didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Pinrang.
3. Menghitung debit andalan dengan menggunakan metode mock dengan probabilitas 80% di gunakan data debit 10 tahun yaitu mulai tahun 2009- 2020.

2.7 Prosedur Penelitian

Hasil pengolahan data yang telah dikumpulkan merupakan hasil dari ketersediaan air pada demplot tersier. Adapun tahap – tahap pelaksanaan yaitu dengan melakukan studi literatur kemudian mengumpulkan data diantaranya data curah hujan, dan data klimatologi. Selanjutnya menghitung analisis ketersediaan air Metode F. J. Mock dengan menggunakan data curah hujan, dan data klimatologi dimana menghitung evapotranspirasi dengan metode penman modifikasi, keseimbangan air di atas permukaa tanah, aliran dan penyimpanan air tanah, dan debit aliran sungai. Selanjutnya menghitung debit andalan dengan menggunakan data curah hujan, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alur penelitian

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan yang digunakan dalam perhitungan kali ini adalah analisis curah hujan titik (point rainfall) karena hanya

satu data curah hujan saja yang berpengaruh pada kondisi studi yakni data Badan Pusat Statistik Kabupaten Pinrang. Data hujan yang dipakai adalah data hujan bulanan (dapat dilihat pada **Tabel 1**).

3.2 Analisis Kebutuhan Air Metode Penmann

Besarnya evapotranspirasi potensial dihitung menggunakan perhitungan berbagai metode, seperti Metode Radiasi, Metode Penman, Metode BlaneyCriddle, Metode Thonthwaite atau Metode Panci Evaporasi. Namun setelah melalui beberapa pertimbangan mengenai hasil yang berbeda-beda antara keempatnya, maka diambil metode penman karena nilai kesalahan absolut relatifnya paling kecil di antara tiga metode lainnya.

Berdasarkan Perhitungan yang telah dilakukan didapatkan bahwa nilai kebutuhan air yang diakibatkan oleh evapotranspirasi pada bulan Januari didapatkan hasil sebesar 3,47 mm/hari pada bulan Januari, 3,83 mm/hari pada bulan Februari, 3,47 mm/hari pada bulan Maret, 3,53 mm/hari pada bulan April, 3,53 mm/hari pada bulan Mei, 3,35 mm/hari pada bulan Juni, 3,19 mm/hari pada bulan Juli, 5,30 mm/hari pada bulan Agustus, 5,58 mm/hari pada bulan September, 5,11 mm/hari pada bulan Oktober, 4,34 mm/hari November, 3,68 mm/hari pada bulan Desember.

Pada bulan Agustus sampai dengan bulan November mengalami kenaikan atau perbedaan nilai yang sangat signifikan dimana pada bulan Agustus sampai bulan November didapatkan nilai yang lebih besar dari nilai pada bulan sebelumnya yang diakibatkan oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi pada hasil perhitungan yaitu suhu, kecepatan angin, Kelembaban Relatif, dan Lamanya Penyinaran Matahari.

Dari keempat faktor yang mempengaruhi hasil kebutuhan air yang diakibatkan oleh evapotranspirasi bahwa Lamanya Penyinaran Matahari yang memiliki faktor paling besar dikarenakan semakin lama penyinaran matahari maka mengakibatkan semakin besar pula nilai evapotranspirasi yang didapatkan.

3.3 Analisis Ketersediaan Air Metode F.J. Mock

Berdasarkan Perhitungan ketersediaan air yang dilakukan dengan menggunakan rumus F.J Mock didapatkan Hasil bahwa ketersediaan air di daerah hulu pada bulan Januari sebesar 280,68 m³/detik, pada bulan Februari sebesar 234,63 m³/detik, pada bulan Maret sebesar 197,66 m³/detik, pada bulan April sebesar 262,77 m³/detik, pada bulan Mei sebesar 205,67 m³/detik, pada bulan Juni sebesar 208,67 m³/detik, pada bulan Juli 119,20 m³/detik, pada bulan Agustus 57,42 m³/detik, pada bulan September 41,53 m³/detik, pada bulan Oktober 28,14 m³/detik, pada bulan November 110,47 m³/detik, pada bulan Desember 216,51 m³/detik.

Dari hasil perhitungan ketersediaan air menggunakan metode F. J. Mock didapatkan hasil bahwa semakin besar curah hujan yang terjadi maka ketersediaan air di daerah hulu akan semakin besar. Dikarenakan faktor terbesar yang menyebabkan ketersediaan air adalah dari curah hujan yang terjadi. **Tabel 2** merupakan rekapitulasi debit aliran sungai Saddang yang terjadi dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2020.

3.4 Debit Andalan

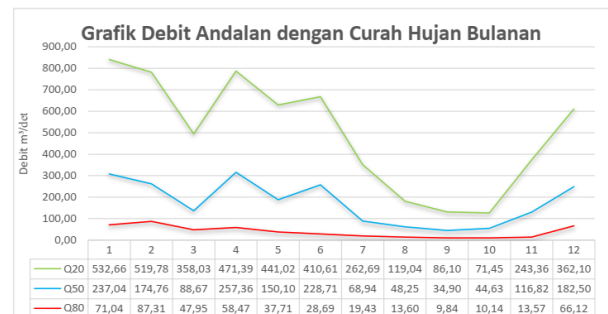
Berdasarkan perhitungan debit andalan data curah hujan bulanan dapat dilihat pada **Gambar 4**. Berdasarkan Grafik debit andalan diatas terdapat kenaikan dan penurunan grafik pada Q80 yang disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

1. Dipengaruhi oleh musim kemarau dan musim penghujan.
2. Curah Hujan Bulanan.
3. Nilai Evapotranspirasi.
4. Keseimbangan Air.
5. Limpasan dan Penyimpangan Air tanah.

Dari 5 faktor diatas curah hujan bulanan merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada debit yang bisa diandalkan untuk keperluan irigasi. Dikarenakan faktor terbesar yang menyebabkan ketersediaan air adalah dari curah hujan yang terjadi. Dimana debit aliran didapatkan dari hasil perhitungan ketersediaan air diatas.

Untuk keperluan irigasi, debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80%. Agar mendapatkan perhitungan debit andalan yang baik, untuk itu diperlukan data pencatatan debit dengan jangka waktu yang panjang.

Berdasarkan kebutuhan air pada jampoe sebesar 29.000 hektare dimana kebutuhan air yang dibutuhkan pada irigasi jampoe sebesar nilai NFR. Berdasarkan Perhitungan NFR sebesar 34,8 m³/detik, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air pada daerah hulu dapat mencukupi kebutuhan air pada petak demplot tersier.



Gambar 4. Diagram alur penelitian

4 Kesimpulan

Berdasarkan analisis perhitungan ketersediaan air pada petak demplot tersier dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan ketersediaan air menggunakan metode F.J. Mock didapatkan bahwa potensi ketersediaan air rata-rata sebesar 163,63 m³/detik dengan rincian per tahunnya adalah sebesar 108,52 m³/detik pada tahun 2009, 90,82 m³/detik pada tahun 2010, 56,60 m³/detik pada tahun 2011, 95,91 m³/detik pada tahun 2012, 172,62 m³/detik pada tahun 2013, 367,74 m³/detik pada tahun 2014, 197,45 m³/detik pada tahun 2015, 277,99 m³/detik pada tahun 2018, 42,46 m³/detik pada tahun 2019, 363,44 m³/detik pada tahun 2020. Dari perhitungan F. J. Mock

Tabel 1: Data Curah Hujan Bulanan

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2009	75	103	29	63	69	192	52	34	8	29	221	282
2010	380	121	88	90	82	34	35	34	42	55	55	79
2011	103	47	86	88	121	19	8	2	21	136	155	143
2012	93	116	102	179	128	64	52	35	32	121	133	176
2013	206	55	88	227	206	136	186	49	17	27	200	206
2014	335	154	451	214	308	198	118	51	10	2	255	414
2015	172	184	194	301	74	181	11	3	1	13	141	251
2018	372	334	209	314	169	229	89	17	5	11	82	193
2019	97	154	78	105	11	54	7	14	1	34	23	93
2020	373	327	212	235	273	270	322	94	0	239	75	145

Tabel 2: Rekapitulasi Perhitungan Debit Aliran Sungai Saddang

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2009	82,00	117,24	47,55	34,40	26,80	251,00	46,73	32,71	23,66	16,03	249,60	374,61
2010	507,49	178,12	99,40	96,34	78,27	36,93	25,02	17,51	12,67	8,68	6,21	16,62
2011	69,44	32,20	33,56	49,61	109,25	26,64	18,04	12,63	9,14	68,07	126,36	124,34
2012	77,46	113,69	77,96	215,45	156,91	66,99	37,87	26,51	19,18	72,29	107,31	179,28
2013	251,25	80,75	65,52	299,36	280,61	206,48	265,46	81,40	58,88	39,89	218,42	235,50
2014	536,78	320,65	725,73	435,96	545,16	403,49	251,64	123,61	89,41	60,57	325,47	594,42
2015	222,86	283,17	271,89	480,26	143,30	294,44	91,19	63,83	46,17	31,28	128,89	312,14
2018	516,20	569,63	344,23	544,44	314,62	412,39	182,40	100,77	72,89	49,38	43,19	185,73
2019	57,26	171,41	49,57	94,11	27,63	19,98	13,54	9,48	6,85	4,64	3,36	51,65
2020	542,03	581,27	361,48	420,79	472,66	488,40	552,04	203,52	127,81	334,68	102,25	174,35

yang telah dilakukan bahwa besarnya volume ketersediaan air berbanding lurus dengan besarnya curah hujan yang terjadi.

- Berdasarkan perhitungan kebutuhan air menggunakan metode penman didapatkan bahwa kebutuhan air pada bulan januari sebesar 3,47 mm/hari, bulan february sebesar 3,83 mm/hari, bulan maret sebesar 3,47 mm/hari, bulan april sebesar 3,53 mm/hari, bulan mei sebesar 3,53 mm/hari, bulan juni sebesar 3,35 mm/hari, bulan juli sebesar 3,19 mm/hari, bulan agustus sebesar 5,30 mm/hari, bulan september sebesar 5,58 mm/hari, bulan oktober sebesar 5,11 mm/hari, bulan November sebesar 4,34 mm/hari dan bulan desember sebesar 3,68 mm/hari.
- Berdasarkan perhitungan debit andalan didapatkan Q80 rata-rata sebesar 38,66 m³/detik dengan Nilai NFR sebesar 34,8³/detik dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air pada petak demplot tersier dapat terpenuhi dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Arsyad, S., 1989. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB.
- [2] Chairani, R., 2019. Analisis ketersediaan air dengan metode FJ Mock pada daerah aliran sungai Babura.
- [3] Doipuloh, I., Nurdiyanto, Winasis, A., 2019. Analisis ketersediaan air Bendung Rengrang di Sungai Ciples untuk kebutuhan irigasi di Daerah Irigasi Rengrang Kabupaten Sumedang. Jurnal Konstruksi, 7(3).
- [4] Fajriah, 2015. Analisis kebutuhan air irigasi di lahan pertanian Daerah Irigasi Rajui di Kabupaten Pidie. Banda Aceh: Fakultas Pertanian.
- [5] Indra, Z., 2012. Analisis debit Sungai Munte dengan metode Mock dan metode Nreca untuk kebutuhan pembangkit listrik tenaga air. Jurnal Sipil.
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013. Kriteria Perencanaan - Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01.
- [7] Kodoatie, R.J., 1996. Pengantar Hidrologi. Yogyakarta: And of Fest.
- [8] Limantara, L.M., 2010. Hidrologi Praktis. Bandung: Lubuk Agung.
- [9] Linsley, R.K., 1991. Teknik Sumber Daya Air. Jakarta: Erlangga.
- [10] Lubis, Hasmianti Abduka, A.L., 2022. Analisa ketersediaan air untuk kebutuhan Daerah Irigasi Bulucenrana pada DAS BILA – WALANAE. Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar.
- [11] Mock, F.J., 1973. Land Capability Appraisal Indonesia. Water Availability Appraisal, Report Prepared for the Land Capability Appraisal Project. Bogor, Indonesia.
- [12] Nuryanto, Danang Eko Rizal, J., 2013. Perbandingan evapotranspirasi potensial antara hasil keluaran model ReGCM 4.0 dengan perhitungan data pengamatan. Puslitbang BMKG.
- [13] Purwanto, A., Sriyono, E. Sardi, 2017. Analisis ketersediaan air Embung Tambakboyo Sleman DIY. Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi, 2017.
- [14] Samsuar, S. Sapsal, M.T., 2018. Analisis ketersediaan air pada DAS Kelara dalam mendukung program percetakan sawah baru di Kabupaten Jeneponto. Jurnal Agritechno. <https://doi.org/10.20956/at.v11i1.84>

- [15] Soemarto, C.D., 1987. Hidrologi Teknik. Jakarta: Erlangga.
- [16] Sosrodarsono, S. K.T., 1977. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta: PT. Dainippon Gita Karya.
- [17] Subarkah, I., 1978. Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air. Bandung: Idea Dharma.