

NERACA AIR DENGAN METODE THORNWHAITE & MATHER DI DAS MARTAPURA KALIMANTAN SELATAN

M. Taufik Rambang (2110512032)

ABSTRAK

DAS Martapura merupakan sungai yang membentang dari hulu ke hilir melewati kota Banjarmasin dan melewati beberapa kota di Kalimantan Selatan yang sering digunakan sebagai transportasi sungai untuk aktifitas masyarakat setempat dari berbagai sektor perdagangan dan pengangkutan. Berkaitan dengan kerusakan hampir semua DAS di Kalimantan baik pada saat-saat debit tinggi maupun debit rendah terutama pada DAS Martapura dimana debit air pada saat musim penghujan sangat tinggi, tetapi pada saat musim kemarau sangat rendah sehingga mempengaruhi ketersediaan air, oleh karena itulah perlu analisa debit air untuk kenyamanan masyarakat disekitar bantaran DAS Martapura.

Studi ini dilaksanakan pada DAS Martapura di Propinsi Kalimantan Selatan. Dimana secara geografis, DAS Martapura terletak antara 3°18'51,78"LU dan 114°35'33,05"BT. DAS Martapura mempunyai luas sebesar 552,99 km², sedangkan panjang DAS Martapura secara keseluruhan adalah 149 km. Analisa Hujan Rata-rata Daerah menggunakan cara Poligon Thiessen, sedang Neraca Air menggunakan Metode Thornwhaite & Mather dengan Program Qbasic. Untuk menganalisa Evapotranspirasi menggunakan Metode Penman.

Besarnya curah hujan rata-rata di DAS Martapura adalah bulan Januari 216 mm, Februari 174 mm, Maret 384 mm, April 301 mm, Mei 128 mm, Juni 41 mm, Juli 5 mm, Agustus 4 mm, September 28 mm, Oktober 49 mm, November 237 mm, Desember 301 mm. Besarnya Evapotranspirasi DAS Martapura tahun 2011 adalah bulan Januari 5,0149 mm/hr, Februari 5,1887 mm/hr, Maret 4,7403 mm/hr, April 4,2138 mm/hr, Mei 4,4037 mm/hr, Juni 4,9266 mm/hr, Juli 5,3059 mm/hr, Agustus 7,2247 mm/hr, September 6,2887 mm/hr, Oktober 7,194 mm/hr, November 5,8763 mm/hr, Desember 4,7276 mm/hr. Defisit air terjadi selama 6 bulan yaitu mulai bulan Mei sampai Oktober dengan total sebesar 417,6 mm. Sedangkan pada bulan Desember sampai April terjadi surplus air sebesar 563,7 mm. Total Defisit air selama setahun bila dibandingkan dengan total Surplus selama setahun masih terdapat perbedaan yang cukup besar sehingga untuk mengantisipasi agar ketersediaan air DAS seimbang maka perlu penataan kawasan di DAS Martapura.

Kata Kunci : Analisa Neraca Air, Metode Penman, Metode Thornwhaite & Mather.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jumlah air di bumi relatif tetap, yakni sebesar $\pm 1,4$ miliar km³. Hampir 97,5% air di dunia dalam keadaan asin. Bila dianggap permukaan bumi ini seragam (tanpa lembah dan gunung), maka jumlah air sebesar itu akan menutup rata seluruh permukaan bumi sedalam 2,6 km. Dari jumlah sebesar itu hanya

2,5% air di dunia yang bersifat tawar. Sekitar 1,7% tersimpan dalam bentuk es, terutama sekali di daerah kutub. Sedangkan 0,1% berada di atmosfer sebagai uap air. Dari seluruh air tawar di bumi, sekitar dua pertiga berwujud es di kutub. Sementara sebagian besar dari sepertiga sisa air tawar berupa air tanah yang berada pada kedalaman 200-600 m di bawah permukaan tanah. Dari keseluruhan air tawar, hanya 0,006% yang mengalir di permukaan

bumi, sementara kandungan air tawar dalam tubuh makhluk hidup seluruhnya hanya sebesar 0,003% yakni sekitar setengah dari jumlah air tawar di danau, sungai, dan rawa-rawa di bumi kita. Jumlah tersebut relatif kecil jika dibandingkan dengan seluruh jumlah air di dunia (Sunaryo, Walujo S, dan Harnanto, 2005 : 20-21).

Daerah aliran sungai (DAS) adalah wilayah tangkapan air hujan yang akan mengalir ke sungai yang bersangkutan. Perubahan fisik yang terjadi di SUB DAS akan berpengaruh langsung terhadap kemampuan SUB DAS terhadap banjir. Adanya tekanan penduduk terhadap kebutuhan lahan baik untuk kegiatan pertanian, perumahan, industri, rekreasi, maupun kegiatan lain yang akan menyebabkan perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan yang paling besar pengaruhnya terhadap kelestarian sumber daya air adalah perubahan dari kawasan hutan ke penggunaan lain nya seperti pertanian, perumahan ataupun industri. Kerapatan bangunan yang tinggi misalnya akan mengurangi area peresapan air hujan kedalam tanah. Kerapatan bangunan (perumahan) ini dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah penduduk.

Identifikasi Masalah

1. Belum ada evaluasi daerah DAS Martapura.
2. Sering terjadinya banjir dan kekeringan yang mengindikasikan permasalahan fluktuasi yang terjadi di wilayah DAS Martapura.

Rumusan Masalah

Permasalahan antara ketersediaan dan kebutuhan air merupakan kunci dalam pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan. Pengelolaan sumberdaya air dapat di dekati dengan metode neraca air. Beberapa rumusan masalah yang diajukan dalam studi ini adalah :

1. Berapakah besarnya curah hujan rata-rata di DAS Martapura ?

2. Berapakah besarnya evapotranspirasi DAS Martapura tahun 2011?
3. Bagaimana besarnya neraca air menggunakan metode Thornthwaite & Mather di DAS Martapura?
4. Bagaimana rekomendasi hasil studi sehubungan dengan kondisi keseimbangan air yang terjadi di DAS Martapura?

Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari studi ini adalah untuk memahami pola neraca air di DAS Martapura dengan menggunakan metode Thornthwaite dan Mather. Sedangkan manfaat yang diperoleh dari studi ini adalah dapat dihasilkan sebuah kajian tentang kondisi keseimbangan air untuk menjadi masukan khususnya kepada pengelola sumberdaya air di DAS Martapura yaitu Dinas Pengairan Kabupaten/Kodya yang termasuk ke dalam DAS Martapura dan Dinas Pengairan Propinsi Kalimantan Selatan, Balai Pengelolaan Sumberdaya Air Wilayah Sungai Martapura, guna mewujudkan pengelolaan sumberdaya air yang lebih baik dan berkelanjutan.

Lingkup Pembahasan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka lingkup pembahasan pada masalah tersebut dibatasi agar bahasan dapat mengarah sesuai dengan tujuan. Adapun lingkup pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Analisa Hidrologi
 - 1.1. Perhitungan Hujan Rata-rata Daerah
2. Analisa Evapotranspirasi
 - 2.1. Metode Penman
3. Analisa Neraca Air Metode Thornwhaite & Mather
 - 3.1. Hujan
 - 3.2. Perhitungan Evapotranspirasi
 - 3.2.1. Indeks Panas
 - 3.2.2. Evapotranspirasi potensial sebelum terkoreksi
 - 3.2.3. Evapotranspirasi potensial setelah terkoreksi
 - 3.3. P-EP

3.4. Akumulasi Potensi Kehilangan Air (APWL)

3.5. Cadangan Lengan Tanah (ST)

TINJAUAN PUSTAKA

Fluktuasi ketersediaan air yang cukup besar ketika musim penghujan dan musim kemarau menimbulkan permasalahan serius di beberapa wilayah termasuk beberapa daerah yang ada dalam lingkup DAS di Kalimantan. Ketersediaan air di permukaan tanah maupun di dalam tanah ditentukan oleh besarnya curah hujan yang jatuh, kondisi fisik DAS, dan sifat hidrolis dari jaringan sungai atau akuifer di dalam DAS tersebut. Rusaknya daerah tangkapan hujan menyebabkan kemampuan suatu DAS untuk “menyimpan” air di musim hujan dan melepaskannya di musim kemarau sebagai *base flow* dengan sendirinya akan menurun. Dengan demikian, debit sungai pada musim kemarau akan menjadi kecil dan mengakibatkan keterbatasan air untuk memenuhi berbagai kebutuhan. Fenomena seperti itulah yang lazim disebut kekeringan.

Informasi ketersediaan air memerlukan data pemantauan jumlah atau debit aliran air permukaan dan airtanah. Namun ketersediaan data nasional masih jauh dari memadai untuk dapat digunakan sebagai bahan kajian. Oleh karena itu informasi ketersediaan air diperoleh dari data sumberdaya air primer yaitu curah hujan, mengingat data tersebut jauh lebih lengkap dibanding data sumberdaya air sekunder dan tersier, baik cakupan wilayah maupun jangka waktu pengukurannya. Mengingat belum tersedianya data yang lengkap mengenai besarnya aliran air minimum, maka perhitungan kapasitas sumberdaya air diperkirakan 10% dari aliran tahun rata-rata (tabel 2.1).

Tabel 1. Ketersediaan Sumberdaya Air Primer di Indonesia.

No.	Propinsi	Luas (km ²)	Curah Hujan (mm/th)	Aliran Permukaan	Jumlah ketersediaan (10 ⁶ m ³ /th)	Jumlah ketersediaan 10 ⁶ m ³ /bln (10% rata-rata)
1.	DI. Aceh	57.037	2.708	1.526	87.024	725
2.	Sumut	72.561	2.633	1.455	105.558	880
3.	Sumbar	41.612	3.479	2.250	93.643	780
4.	Riau	96.346	2.509	1.338	128.953	1.075
5.	Jambi	48.518	2.760	1.374	76.385	637
6.	Sumsel	101.118	2.654	1.474	149.087	1.242
7.	Bengkulu	20.876	3.692	2.450	51.150	426
8.	Lampung	33.345	2.560	1.387	46.238	385
9.	DKI Jakarta	65	1.800	672	440	4
10.	Jabar	46.352	2.954	1.756	81.413	678
11.	Jateng	34.531	2.816	1.627	56.188	468
12.	DIY	3.212	2.047	904	2.903	24
13.	Jatim	48.267	2.105	959	46.277	386
14.	Bali	5.655	2.111	964	5.454	45
15.	NTB	19.740	1.774	647	12.774	106
16.	NTT	46.100	1.750	625	28.798	240
17.	Timor-Timur	14.799	2.013	872	12.907	108
18.	Kalbar	147.872	3.431	2.205	326.083	2.717
19.	Kaleng	154.831	3.200	1.988	307.826	2.565
20.	Kabel	36.079	2.523	1.352	48.766	406
21.	Kaltim	196.291	2.849	1.658	323.380	2.712
22.	Sulut	27.193	2.596	1.421	38.630	322
23.	Sulteng	61.629	2.499	1.329	81.907	683
24.	Sulsel	62.884	2.591	1.415	89.005	742
25.	Sultra	35.372	2.205	1.053	37.240	310
26.	Maluku	78.180	2.509	1.339	104.660	872
27.	Irian Jaya	413.951	3.337	2.117	876.309	7.803

Ketersediaan Air

Menurut Notodihardjo (1989) permasalahan pertambahan penduduk yang berkembang dengan cepat tanpa disertai distribusi geografis yang merata, kebutuhan akan pangan tanpa bisa mengurangi kecenderungan konsumsi akan beras, dan peningkatan kesempatan kerja utamanya dalam bidang pertanian dan industri yang mengakibatkan lonjakan kebutuhan air untuk kedua bidang tersebut, adalah tiga permasalahan pokok yang menyebabkan ketidak seimbangan antara persediaan dan permintaan (*supply and demand*) akan air.

Ketersediaan Aliran Sungai

Ketersediaan air sungai yang dimaksud adalah volume air yang senantiasa dapat digunakan dari sungai-sungai yang mengalir pada daerah Aliran Sungai Martapura.

Menurut Soemarto (1993) penentuan debit andalan atau yang di dalam istilah penelitian ilmiah dinyatakan sebagai peluang disainnya atau terlampauinya besaran debit tertentu dalam suatu pekerjaan biasanya dicari terlebih dahulu guna penentuan debit perencanaan yang diharapkan tersedia di sungai. Peluang terjadinya debit tersebut dapat dicari dengan membuat terlebih dahulu garis durasi untuk debit-debit yang disamai atau

dilampaui. Setelah itu baru ditetapkan frekuensi kejadian yang didalamnya terdapat paling sedikit satu kegagalan. Menurut pengamatan, besarnya debit andalan yang diambil untuk penyelesaian optimum penggunaan air di beberapa macam pekerjaan adalah :

Tabel 2. Besarnya Keandalan Debit untuk Berbagai Keperluan.

Kebutuhan	Peluang (%)
Air Minum	99
Air Irigasi	95-98
Air Irigasi	
a. Daerah beriklim setengah lembab	70-85
b. Daerah beriklim kering	80-95
Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	85-90

Ketersediaan Air Dari Mata Air

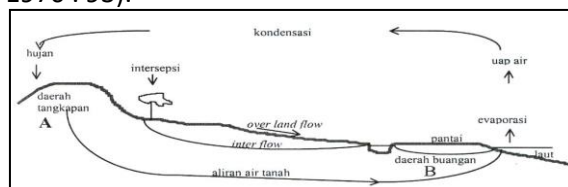
Menurut UU No. 11 Tahun 1974 pasal 1 ayat 3, mata air adalah tempat-tempat atau wadah-wadah air, baik yang terdapat diatas, maupun di bawah permukaan tanah. Ketersediaan air mata air merupakan salah satu komponen dalam skema neraca air DAS seperti dalam gambar 2.3, dimana ketersediaannya dapat diduga dengan prinsip keseimbangan sistem air di suatu DAS.

Ketersediaan Tampungan Air

Tampungan air yang dimaksud disini adalah tampungan air permukaan baik yang alami maupun buatan. Yang termasuk tampungan alami adalah danau atau telaga dan rawa, sedangkan tampungan buatan adalah waduk atau bendungan. Waduk adalah wadah air yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bangunan sungai, dalam hal ini bangunan bendungan, dan berbentuk pelebaran alur/badan/palung sungai (PP RI No. 35 Tahun 1991 dan Peraturan Menteri PU No. 39/PRI/1989 pasal 1 ayat 184).

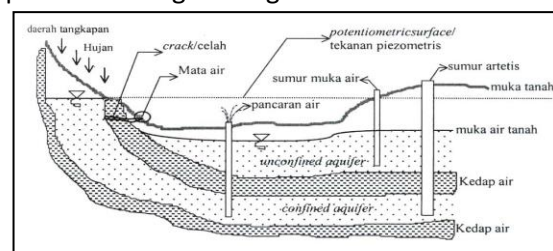
Potensi Ketersediaan Airtanah

Airtanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah yang membentuk itu dan di dalam retak-retak dari batuan. Yang terdahulu disebut air lapisan dan yang terakhir disebut air celah (*fissure water*) (Sosrodarsono, 1976 : 93).



Gambar 1. Ilustrasi Daerah Tangkapan dan Buangan Pada Suatu DAS (Sumber : Kodoatie, 2005 : 95).

Menurut Danaryanto dkk, 2004 dalam Kodoatie (2005 : 36) CAT di Indonesia secara umum dibedakan menjadi dua yaitu CAT Bebas (*unconfined aquifer*) dan CAT Tertekan (*confined aquifer*). CAT ini tersebar di seluruh wilayah Indonesia dengan total besarnya potensi masing-masing CAT.



Gambar 2. Akuifer Bebas dan Akuifer Terkekang (Sumber : Todd, 1959 dalam Kodoatie, 2005 : 95).

Curah Hujan

Ketersediaan air hujan yang dimaksud adalah volume air hujan rata-rata tahunan pada DAS Martapura yang dihitung guna mengetahui berapa sebenarnya volume air rata-rata tahunan yang diterima sistem hidrologi pada DAS Martapura.

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut

sebagai curah hujan daerah dan dinyatakan dalam milimeter (Sosrodarsono, 1980 :27).

Ada tiga macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan (Suripin, 2004 : 26) :

1. Metode rata-rata hitung (rata-rata aljabar)
2. Metode Poligon Thiessen.
3. Metode Isohyet.

Evaporasi

Evaporasi adalah berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan air ke udara. Evaporasi merupakan faktor yang penting dalam studi tentang pengembangan sumber-sumber daya air. Evaporasi sangat mempengaruhi debit sungai, besarnya kapasitas waduk, besarnya kapasitas pompa untuk irigasi, penggunaan komsumtif (*consumptive use*) untuk tanaman dan lain-lain.

Transpirasi

Transpirasi adalah suatu proses air di dalam tumbuhan dilimpahkan ke dalam atmosfer sebagai uap air (Subarkah, 1980:39).

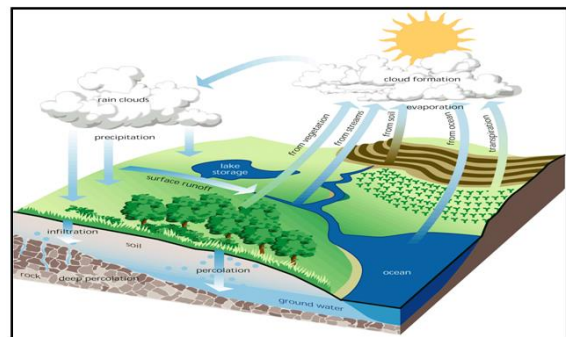
Dalam kondisi lapangan tidaklah mungkin untuk membedakan antara evaporasi dan transpirasi jika tanahnya tertutup tumbuh-tumbuhan. Kedua proses tersebut (evaporasi dan transpirasi) saling berkaitan sehingga dinamakan evapotranspirasi. Proses transpirasi berjalan terus hampir sepanjang hari di bawah pengaruh sinar matahari. (Soemarto,1986:44).

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan dari proses penguapan air bebas (evaporasi) dan penguapan air melalui tanaman (transpirasi) (Suhardjono,1994:11). Evapotranspirasi merupakan faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dalam rencana irigasi dan merupakan proses yang penting dalam siklus hidrologi.

Konsep Neraca Air

Dalam siklus hidrologi seperti dalam gambar 2.6, terdapat hubungan antara masukan air total dengan keluaran air total yang dapat terjadi pada suatu DAS tertentu. Hubungan itu umumnya disebut dengan neraca air. Menurut Dinas PU Pengairan Provinsi Kalimantan Selatan neraca air adalah gambaran potensi dan pemanfaatan sumberdaya air dalam periode tertentu. Dari neraca air ini dapat diketahui potensi sumberdaya air yang masih belum dimanfaatkan dengan optimal.



Gambar 3. Siklus Hidrologi (Sumber : diadopsi dari *Hydrologic Engineering Center*).

Neraca Air Metode Thornwaite & Mather

Metode ini mensyaratkan digunakan pada DAS yang mempunyai aliran sepanjang tahun.

Parameter Tanah

Lengas Tanah

Lengas tanah adalah air yang terikat oleh berbagai gaya, misalnya gaya ikat matrik, osmosis dan kapiler. Gaya ikat matrik berasal dari tarikan antar partikel tanah dan meningkat sesuai dengan peningkatan permukaan jenis partikel tanah dan kerapatan muatan elektrostatis partikel tanah. Gaya osmosis dipengaruhi oleh zat terlarut dalam air maka akan meningkat dengan semakin pekatnya larutan, sedang gaya kapiler dibangkitkan oleh pori-pori tanah berkaitan dengan tegangan permukaan. Jumlah ketiga gaya tersebut disebut potensial lengas tanah

atau tegangan lengas tanah. Tegangan ini menjadi ukuran kemampuan tanah melawan gaya gravitasi.

Pengaruh Penutupan Lahan Terhadap Simpanan Lengas Tanah

Tanaman dengan sistem perakaran luas akan mampu mengikat tanah. Selain itu juga dapat meningkatkan laju infiltrasi dan melepas bahan organik yang berfungsi dalam pemantapan agregat ke dalam tanah. Perakaran tanaman juga dapat berperan sebagai pemantap agregat dan memperbesar porositas tanah. Oleh karena itu banyaknya perakaran dalam tanah akan menentukan jumlah air yang terserap dalam tanah. Pada tanah yang padat akan terjadi penurunan infiltrasi tanah sehingga menyebabkan air yang meresap ke dalam tanah akan berkurang dan menyebabkan aliran permukaan menjadi besar.

Limpasan

Aliran limpasan merupakan bagian air hujan di atas permukaan tanah menuju ke sistem sungai. (Sri Harto, 1993:225)

Aliran limpasan besarnya bervariasi, dan sangat tergantung dari besarnya parameter DAS, seperti landai, anjang, dan tata guna lahan.

Debit Sungai

Sri Harto (1993:227) menyatakan bahwa air yang terukur di sungai terdiri dari 3 unsur yaitu aliran yang berasal dari limpasan (*surface runoff*), aliran yang berasal dari aliran antara (*subsurface flow, interflow*), dan aliran yang berasal dari air tanah (*groundwater flow, base flow*).

Konsep Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengendalikan hubungan timbal balik antara sumber daya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktifitasnya, dengan tujuan membina kelestarian dan keserasian

ekosistem serta meningkatkan kemanfaatan sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Studi ini dilaksanakan pada DAS Martapura di Propinsi Kalimantan Selatan. Dimana secara geografis, DAS Martapura terletak antara 3°18'51,78"LU dan 114°35'33,05"BT. DAS Martapura mempunyai luas sebesar 552,99 km², sedangkan panjang DAS Martapura secara keseluruhan adalah 149 km. Daerah yang dialiri DAS Martapura yaitu sepanjang Kota Banjarmasin.

Waktu Penelitian

Studi ini direncanakan berlangsung dalam waktu satu tahun yaitu tahun 2011. Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi pengumpulan data, pengamatan di lapangan, analisis data, dan penulisan laporan.

Metode Pengumpulan Data

Di dalam penelitian ini menggunakan pendekatan metode survei, yaitu perolehan data dari instansi terkait atau secara tidak langsung. Adapun data yang digunakan adalah:

1. Data curah hujan bulanan tahun 2011.
2. Peta lokasi.
3. Data klimatologi tahun 2011.
4. Peta tata guna lahan.

Data iklim yang digunakan meliputi, curah hujan, radiasi matahari, suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin. Data iklim ini diperoleh dari Stasiun Klimatologi.

Data curah hujan diperoleh dari beberapa stasiun penakar hujan yang ada pada lokasi penelitian. Adapun Stasiun penakar hujan yang dipakai di lokasi penelitian dan sekitarnya, yaitu : Stasiun Surgi mufti, Stasiun Banjarbaru, Stasiun Marabahan. Data curah hujan yang dipakai adalah tahun 2011 yang diperoleh dari BMKG Banjarbaru.

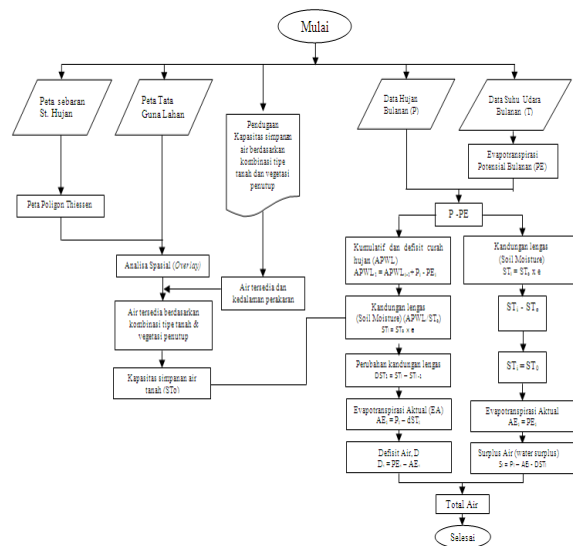
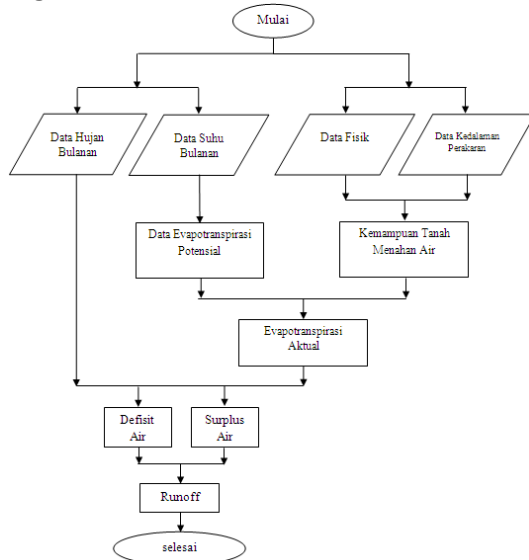
Analisis Hujan Rata-Rata Daerah

Untuk menentukan besarnya curah hujan daerah digunakan cara *Poligon Thiessen* dengan rumus :

Neraca Air Thornthwaite & Mather

Perhitungan neraca air metode Thornthwaite & Mather dilakukan dengan program Qbasic

Bagan Alir



Gambar 3.3. Bagan Alir Perhitungan Neraca Air Wilayah Metode Thornthwaite & Mather

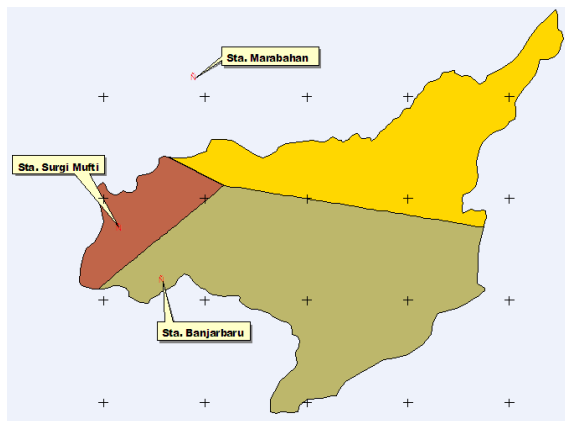
PEMBAHASAN

Analisa Hujan Rata-rata Daerah

Tabel 2. Curah hujan rata-rata daerah

Nama Stasiun	Januari	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	512.9	0.108	55.3932
St. Marabahan	85	0.337	28.645
St. Banjarbaru	238	0.556	132.328
			216.3662
Nama Stasiun	Februari	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	446.9	0.108	48.2652
St. Marabahan	73	0.337	24.601
St. Banjarbaru	182	0.556	101.192
			174.0582
Nama Stasiun	Maret	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	378.7	0.108	40.8996
St. Marabahan	422	0.337	142.214
St. Banjarbaru	362	0.556	201.272
			384.3856
Nama Stasiun	April	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	369	0.108	39.852
St. Marabahan	96	0.337	32.352
St. Banjarbaru	413	0.556	229.628
			301.832
Nama Stasiun	Mei	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	278.4	0.108	30.0672
St. Marabahan	0	0.337	0
St. Banjarbaru	177	0.556	98.412
			128.4792

Nama Stasiun	Juni	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	177.5	0.108	19.17
St. Marabahan	20	0.337	6.74
St. Banjarbaru	28	0.556	15.568
			41.478
Nama Stasiun	Juli	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	55	0.108	5.94
St. Marabahan	0	0.337	0
St. Banjarbaru	0	0.556	0
			5.94
Nama Stasiun	Agustus	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	42	0.108	4.536
St. Marabahan	0	0.337	0
St. Banjarbaru	0	0.556	0
			4.536
Nama Stasiun	September	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	169	0.108	18.252
St. Marabahan	0	0.337	0
St. Banjarbaru	19	0.556	10.564
			28.816
Nama Stasiun	Oktober	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	171.3	0.108	18.5004
St. Marabahan	0	0.337	0
St. Banjarbaru	56	0.556	31.136
			49.6364
Nama Stasiun	November	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	371.5	0.108	40.122
St. Marabahan	107	0.337	36.059
St. Banjarbaru	291	0.556	161.796
			237.977
Nama Stasiun	Desember	Luas Stasiun	Jumlah Rata-rata
St. Surgi mufti	542	0.108	58.536
St. Marabahan	199	0.337	67.063
St. Banjarbaru	316	0.556	175.696
			301.295



Analisis Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan dari proses penguapan air bebas (evaporasi) dan penguapan air melalui tanaman (transpirasi). (Suhardjono, 1994 : 11). Evapotranspirasi merupakan faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dalam rencana irigasi dan merupakan proses yang penting dalam siklus hidrologi.

Metode Penman

Data Suhu Bulan Januari $t = 25,93^{\circ}\text{C}$

$t = 25,93^{\circ}\text{C} \rightarrow \epsilon\gamma = 33,48 \text{ mbar}$

$w = 0,754$

$f(t) = 15,88$

Data Kelembaban Bulan Januari $\text{RH} = 86,78$

$\epsilon d = \epsilon\gamma \cdot \text{RH}$
 $= 33,48 \cdot 86,78 \%$
 $= 29,05 \text{ mbar}$

$f(\epsilon d) = 0,34 - 0,044 \cdot \sqrt{\epsilon d}$

$f(\epsilon d) = 0,34 - 0,044 \cdot \sqrt{29,05}$
 $= 0,103$

$\text{LL} = 3,46 \text{ LS} \rightarrow R_y = 15,4 \text{ mm/hr}$

Data Kecenderungan Matahari Bulan Januari $\frac{n}{N} = 39,84 \%$

$R_s = (0,25 + 0,54 \cdot \frac{n}{N}) R_y$
 $= (0,25 + 0,54 \cdot 39,84) 15,4$
 $= 7,16 \text{ mm/hr}$

$f(\frac{n}{N}) = 0,1 + 0,9 \cdot \frac{n}{N}$
 $= 0,1 + 0,9 \cdot 39,84 \%$
 $= 0,458$

Data Kecepatan Angin Bulan Januari $U = 3,011$

$f(U) = 0,27 (1 + 0,864 \cdot U)$

$= 0,27 (1 + 0,864 \cdot 3,011)$

$= 0,972$

$R_{n1} = f(t) \cdot f(\epsilon d) \cdot f(\frac{n}{N})$
 $= 15,88 \cdot 0,103 \cdot 0,458$
 $= 0,727 \text{ mm/hr}$

$C = 1,10$

$E_{To}^* = w (0,75 \cdot R_s - R_{n1}) + (1 - w) \cdot f(U) \cdot (\epsilon\gamma - \epsilon d)$
 $= 0,754 (0,75 \cdot 7,16 - 0,727) + (1 - 0,754) \cdot 0,972 \cdot (33,48 - 29,05)$
 $= 0,754 \cdot 4,643 + 0,246 \cdot 0,972 \cdot 4,43$
 $= 3,50 + 1,059$
 $= 4,559 \text{ mm/hr}$

$E_{to} = C \cdot E_{To}^* = 1,10 \cdot 4,559$

$= 5,0149 \text{ mm/hr}$

Untuk perhitungan evapotranspirasi pada bulan Februari – Desember dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 3. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode penman.

Bulan	T (°C)	n (%)	W	R _y (mm/hr)	R _s (mm/hr)	E _{to} * (mm/hr)	C	E _{to}
Januari	25.93	39.84	0.754	15.4	7.1	4.559	1.10	5.0149
Februari	26.17	36.65	0.7567	15.8	7	4.717	1.10	5.1887
Maret	26.05	31.01	0.755	15.63	6.5	4.309	1.10	4.7403
April	26.22	45.21	0.757	14.95	7.4	4.682	0.90	4.2138
Mei	27	56.69	0.765	13.881	7.7	4.893	0.90	4.4037
Juni	26.51	76.46	0.7601	13.389	8.8	5.474	0.90	4.9266
Juli	26.23	72.58	0.757	13.589	8.7	5.8955	0.90	5.3059
Agustus	26.94	77.7	0.7644	14.435	9.7	7.2247	1.00	7.2247
September	26.79	60.88	0.7629	15.154	8.7	5.717	1.10	6.2887
Oktober	27.32	65.12	0.7682	15.546	9.3	6.54	1.10	7.194
November	26.75	52.88	0.7644	15.392	8.2	5.3421	1.10	5.8763
Desember	25.87	27.9	0.753	15.238	6.1	4.2978	1.10	4.7276

Analisis Neraca Air Metode Thornthwaite & Mather

Analisis neraca air diperlukan dalam berbagai keperluan seperti irigasi, pola tanam, serta perencanaan dan evaluasi pengelolaan DAS. Dengan mengetahui neraca air maka potensi air dapat diketahui.

Hujan

Dalam perhitungan runoff dengan metode Thornthwaite & Mather memerlukan data curah hujan yang berkesinambungan. Dalam hal ini data curah hujan bulanan diperoleh dari stasiun klimatologi Banjarbaru yang disajikan pada Tabel. 4.3.

Tabel 4. Rata-rata Curah Hujan Bulanan Tahun 2011.

Bulan	Curah Hujan (mm)
Januari	216
Februari	174
Maret	384
April	301
Mei	128
Juni	41
Juli	5
Agustus	4
September	28
Oktober	49
November	237
Desember	301

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Evapotranspirasi Indeks Panas

Indeks panas (I) dalam satu tahun adalah merupakan jumlah dari nilai indeks panas (i) bulanan yang dihitung dengan menggunakan rumus $i = (T/5)^{1,514}$. Dalam hal ini T adalah rata-rata temperatur bulanan yang diperoleh berdasarkan data stasiun klimatologi terdekat. Perhitungannya sebagai berikut :

Berdasarkan data dari stasiun klimatologi Banjarbaru, rata-rata temperatur bulanan bulan Januari = 25,93°C.

Sehingga nilai $i = (25,93/5)^{1,514}$
= 12,08

Hasil perhitungan nilai indeks panas (i) bulanan mulai Januari sampai dengan Desember, secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 5. Rata-rata Temperatur Bulanan Tahun 2011 Stasiun Klimatologi Banjarbaru.

Bulan	T (°C)	I	Bulan	T (°C)	I
Januari	25.93	12.09	Juli	26.23	12.30
Februari	26.17	12.26	Agustus	26.94	12.81
Maret	26.05	12.17	September	26.79	12.70
April	26.22	12.29	Oktober	27.32	13.08
Mei	27	12.85	November	26.75	12.67
Juni	26.51	12.50	Desember	25.87	12.04
I = 149.74					

Sumber : Hasil Perhitungan.

Evapotranspirasi potensial sebelum terkoreksi

Evapotranspirasi Potensial (E_{px}) dalam hal ini merupakan nilai evapotranspirasi potensial dalam mm/bln dengan dasar 30 hari dan lama penyinaran matahari selama 12 jam. Nilai E_{px} didapat dari hasil perhitungan menggunakan metode Penman.

Nilai E_{px} (Evapotranspirasi potensial sebelum terkoreksi) disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 6. Hasil perhitungan Evapotranspirasi bulanan sebelum terkoreksi.

Bulan	T (°C)	E _{px}
Januari	25.93	5.0
Februari	26.17	5.2
Maret	26.05	4.7
April	26.22	4.2
Mei	27	4.4
Juni	26.51	4.9
Juli	26.23	5.3
Agustus	26.94	7.2
September	26.79	6.3
Oktober	27.32	7.2
November	26.75	5.9
Desember	25.87	4.7

Sumber : Hasil Perhitungan

Evapotranspirasi Potensial Setelah Terkoreksi

Evapotranspirasi potensial setelah terkoreksi dihitung dengan menggunakan rumus : $E_p = f \cdot E_{px}$

Dimana f adalah faktor koreksi yang diperoleh berdasarkan letak lintang lokasi kajian, dalam hal ini letak lintang lokasi kajian adalah $3,46^{\circ}\text{LS}$. Selanjutnya berdasarkan letak lintang tersebut kemudian nilai f dicari berdasarkan tabel pada lampiran. Maka perhitungannya sebagai berikut :

$$E_p = 31.5 \cdot 5,0 = 158$$

Tabel 7. Hasil perhitungan Nilai E_p bulanan Terkoreksi.

Bulan	T (°C)	I	E _{px}	f	E _p
Januari	25.93	12.09	5.0	31.5	158
Februari	26.17	12.26	5.2	20.6	107
Maret	26.05	12.17	4.7	31.2	148
April	26.22	12.29	4.2	30.0	126
Mei	27	12.85	4.4	30.9	136
Juni	26.51	12.50	4.9	30.0	148
Juli	26.23	12.30	5.3	30.0	159
Agustus	26.94	12.81	7.2	31.2	225
September	26.79	12.70	6.3	30.0	189
Oktober	27.32	13.08	7.2	31.2	224
November	26.75	12.67	5.9	30.6	180
Desember	25.87	12.04	4.7	31.5	149

Sumber : Hasil Perhitungan

P – EP

P – EP adalah selisih antara curah hujan dengan Evapotranspirasi potensial. Perbedaan atau selisih antara curah hujan dan evaporasi potensial ini diperlukan untuk menentukan kelebihan dan kekurangan periode lembab atau basah. Nilai negatif dari P – EP mengidentifikasi bahwa jumlah curah hujan yang jatuh tidak mampu menambah kebutuhan potensi air dari areal yang tertutup vegetasi.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Nilai P – EP

Bulan	P	EP	P - EP
Januari	216	158	58
Februari	174	107	67
Maret	384	148	236
April	301	126	175
Mei	128	136	-8
Juni	41	148	-107
Juli	5	159	-154
Agustus	4	225	-221
September	28	189	-161
Oktober	49	224	-175

November	237	180	57
Desember	301	149	152

Sumber : Hasil Perhitungan

Akumulasi Potensi Kehilangan Air (APWL)

Akumulasi potensi kehilangan air diperlukan untuk mengetahui potensi kehilangan air pada bulan kering. Cara perhitungan APWL dimulai dari nilai P – EP yang mempunyai nilai negatif. Kemudian secara berurutan dijumlahkan dengan nilai P – EP sesudahnya sampai dengan nilai P – EP negatif terakhir. Hal yang harus diingat bahwa penjumlahan nilai APWL ini bersifat kumulatif. Perhitungannya adalah sebagai berikut :
P – EP yang bernilai negatif adalah pada bulan Mei sehingga perhitungan APWL dimulai pada bulan Mei dengan nilai APWL sebesar -8, sehingga APWL bulan Juni yaitu sebesar $-8 + (-107) = -115$. Kemudian nilai APWL untuk bulan Juli yaitu $-115 + (-154) = -269$ dan seterusnya sampai dengan yang terakhir yaitu pada bulan Oktober. Hasil perhitungan APWL secara keseluruhan disajikan pada Tabel. 4.8.

Tabel. 9. APWL (Akumulasi Potensi Kehilangan Air) bulanan.

Bulan	P - EP	APWL
Januari	58	
Februari	67	
Maret	236	
April	175	
Mei	-8	-8
Juni	-107	-115
Juli	-154	-269
Agustus	-221	-490
September	-161	-651
Oktober	-175	-826
November	57	
Desember	152	

Sumber : Hasil Perhitungan

Cadangan Lengas Tanah (ST)

Nilai cadangan lengas tanah diperoleh berdasarkan hasil perkalian antara prosentase luas penggunaan lahan, air tersedia dan kedalaman *zone* perakaran. Sebagai gambaran cadangan lengas tanah pada berbagai tekstur dan jenis vegetasi dapat dilihat pada lampiran. Hasil perhitungannya disajikan dalam tabel 4.9.

Tabel 10. Hasil perhitungan nilai cadangan lengas tanah per penggunaan lahan.

Penggunaan Lahan	% Luas	Air Tersedia	Zone Perakaran	ST
		(mm/m)	(m)	(mm)
Belukar Rawa	23	300	0.67	4643.1
Hutan Magrove	4	300	1.17	1235.5
Pemukiman	12	250	0	0
Persawahan	61	300	0.5	9160.5
Jumlah	100			15039

Berdasarkan Tabel 10 nilai ST untuk APWL yang bernilai positif dihitung berdasarkan:

ST=

Cadangan lengas tanah setiap penggunaan lahan

Σ % luas zone perakaran per penggunaan lahan

ST = 15039 / 88 = 171

Dalam hal ini % luas penggunaan lahan berupa pemukiman tidak dimasukkan sebagai faktor pembagi karena pada pemukiman perakarannya dianggap tidak ada, sehingga total % luas zone perakaran adalah 23 + 4 + 61 = 88.

Untuk perhitungan selanjutnya menggunakan program Qbasic dan hasilnya dapat dilihat ditabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Qbasic.

Bulan	P	EP	P-EP	APWL	ST	DST	AE	D	S
Januari	216.0	158.0	58	0.0	171.0	0.0	158.0	0.0	58.0
Februari	174.0	107.0	67	0.0	171.0	0.0	107.0	0.0	67.0
Maret	384.0	148.0	236	0.0	171.0	0.0	148.0	0.0	236.0
April	301.0	126.0	175	0.0	171.0	0.0	126.0	0.0	175.0
Mei	128.0	136.0	-8	-8	163.2	-7.8	135.8	0.2	0.0
Juni	41.0	147.0	-106	-114	87.3	-75.9	116.9	30.1	0.0
Juli	5.0	159.0	-154	-268	35.5	-51.8	56.8	102.2	0.0
Agustus	4.0	225.0	-221	-489	9.7	-25.7	29.7	195.3	0.0
September	28.0	189.0	-161	-650	3.8	-5.9	33.9	155.1	0.0
Oktober	49.0	224.0	-175	-825	1.4	-2.4	51.4	172.6	0.0
November	237.0	180.0	57	0.0	58.4	57.0	180.0	0.0	0.0
Desember	301.0	149.0	152	0.0	171.0	112.6	149.0	0.0	39.4
	1868.0	1948.0					1292.5	656	575.4

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan neraca air menggunakan program Qbasic didapat hasil defisit yang terjadi pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober dengan total sebesar 656 mm. Sedangkan pada bulan Desember sampai dengan April terjadi surplus air sebesar 575,4 mm.

KESIMPULAN

1. Besarnya curah hujan rata-rata di DAS Martapura adalah: bulan Januari 216 mm, Februari 174 mm, Maret 384 mm, April 301 mm, Mei 128 mm, Juni 41 mm, Juli 5 mm, Agustus 4 mm, September 28 mm, Oktober 49 mm, November 237 mm, Desember 301 mm.
2. Besarnya evapotranspirasi DAS Martapura tahun 2011 adalah: bulan Januari 5,0149 mm/hr, Februari 5,1887 mm/hr, Maret 4,7403 mm/hr, April 4,2138 mm/hr, Mei 4,4037 mm/hr, Juni 4,9266 mm/hr, Juli 5,3059 mm/hr, Agustus 7,2247 mm/hr, September 6,2887 mm/hr, Oktober 7,194 mm/hr, November 5,8763 mm/hr, Desember 4,7276 mm/hr.
3. Defisit air terjadi selama 6 bulan yaitu mulai bulan Mei sampai Oktober dengan total sebesar 417,6 mm. Sedangkan pada bulan Desember sampai April terjadi surplus air sebesar 563,7 mm.
4. Total defisit air selama setahun bila dibandingkan dengan total surplus selama setahun masih terdapat perbedaan yang cukup besar sehingga untuk mengantisipasi agar ketersediaan air DAS seimbang maka perlu penataan kawasan di DAS Martapura.

SARAN

1. Banyak nya peluang yang bisa diberikan kepada pemerintah dan masyarakat tentang kesadaran dan kerjasama untuk pengelolaan lahan yang baik di DAS Martapura.
2. Untuk analisa neraca air pada DAS Martapura ini perlu perhitungan yang lebih

matang lagi untuk menghasilkan saluran drainase dan teknik pengendalian banjir yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (edisi kedua)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Baumgartner, A. and E. Reichel. (1975). *The World Water Balance (Mean Annual Global, Continental and Maritime Precipitation, Evapotranspiration, and Run-off)*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Kodoatie, R.J. (1996). *Pengantar Hidrogeologi*. Andi. Yogyakarta.
- Kodoatie, R.J. dan R. Sjarief .(2005). *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu*. Andi. Yogyakarta.
- Limantar Montarchi Lily (2010). *Hidrologi Praktis*. Lubuk Agung, Bandung
- Mulyantari, F. dan W. Adidarma. (2003). *Penentuan Parameter Hubungan Hujan Limpasan Model NRECA Dengan Optimasi*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan. Vol. 17 No. 51 Juni 2003. ISSN 0215-1111. pp. 32-44. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Bandung.
- Pawitan, H. (2000). *Panduan Pengelolaan Data Iklim dan Hidrologi Untuk Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Proyek Pengendalian Banjir Jawa Bagian Selatan Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial departemen Kehutanan. Jakarta.
- Soemarto CD. (1987), *Hidrologi Teknik*, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya
- Soemarto, CD. (1993). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Soewarno. (2000). *Hidrologi Operasional (Jilid Kesatu)*. PT. Citra Aditya Bakti. Bandung.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. (1987). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sri Harto Br. (2000). *Hidrologi (Teori, Masalah, Penyelesaian)*. Nafiri Offset. Paramita. Jakarta.
- Suhardjono. (1994). *Kebutuhan Air Tanaman*. ITN Malang Press. Malang.
- Sunaryo, T.M., Walujo S, T, dan Harnanto, A. (2005). *Pengelolaan Sumberdaya Air*. Bayumedia. Malang.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.