

STUDI KESEIMBANGAN AIR (WATER BALANCED) DAERAH ALIRAN SUNGAI ASAHAN

Asril Zevri¹⁾, Faiz Isma²⁾

¹⁾BWS Sumatera II Dirjen SDA Kemempupr, Jl. Jend Besar Dr. A. Nasution No. 30 Pkl.

Mashur Telp. (061) 7881522 – 7861533 Fax (061) 7861455 Medan

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Langsa, Aceh, Indonesia

E-mail: Asrilzevri19@gmail.com¹⁾, faizisma.ts@unsam.ac.id²⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v11i1.308>

(Received: May 2020 / Revised: August 2020 / Accepted: September 2020)

Abstrak

Pemanasan Global (*Global Warming*) telah menyebabkan perubahan iklim yang sangat ekstrem didukung dengan adanya perubahan tataguna lahan di dalam cakupan daerah aliran sungai mengakibatkan dampak yang cukup buruk terhadap kondisi keseimbangan air (*Water Balanced*). Daerah Aliran Sungai Asahan merupakan salah satu DAS yang memiliki peran yang penting sebagai sumber air dalam memenuhi kebutuhan air di Kabupaten Asahan. Kondisi lahan yang berubah menjadi kritis akibat adanya eksploitasi dan perubahan tataguna lahan mengakibatkan ketersediaan air berkurang dalam memenuhi kebutuhan air. Tujuan penelitian yaitu menganalisis keseimbangan air (*Water Balanced*) antara jumlah ketersediaan air dengan kebutuhan air di sekitar cakupan Daerah Aliran Sungai Asahan. Lingkup kegiatan penelitian yaitu menganalisis ketersediaan air atau debit andalan dengan probabilitas 90% dengan metode FJ Mock, menganalisis kebutuhan air irigasi, domestik, non domestik, dan menganalisis keseimbangan air (*Water Balanced*) di tiap lokasi titik pengambilan dengan prinsip pengurangan antara jumlah ketersediaan air dengan kebutuhan air di sepanjang cakupan DAS Asahan dari hulu sampai dengan hilir. Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya ketersediaan air DAS Asahan paling minimum dengan probabilitas 90% yaitu 34.96 m³/det dapat memenuhi total kebutuhan air DAS Asahan baik itu irigasi, domestik, dan non domestik yaitu 13.00 m³/det.

Kata kunci: *Keseimbangan air, ketersediaan air, kebutuhan air, DAS Asahan*

Abstract

Global Warming has caused extreme climate change supported by changes in land use within the watershed area resulting in quite bad impact on water balanced conditions. Asahan Watershed is one of the catchment areas which has an important role as the source to supply water requirement in the Asahan District. Land used changes become critical due to exploitation and changes in land use have reduced water availability to fill water requirement. The objective of this research to analysis water balanced between the total water availability and water requirement in the Asahan Watershed. The scopes of this research are analysis water availability or dependable flow using FJ Mock, analysis irrigation water requirement, domestic, nondomestic, and water balanced in each node with the reduction principle between total of water availability and water requirement in the Asahan Watershed from upstream to downstream. Result of this research showed that the lowest water availability Asahan Watershed with probability 90% is 56.43 m³/sec can fill the total of water irrigation, domestic, and non-domestic is 14.80 m³/sec.

Keywords: *Water balanced, water availability, water requirement, Asahan watershed*

1. Latar Belakang

Pemanasan Global pada saat ini telah menyebabkan perubahan iklim yang sangat ekstrem akibat dari aktivitas manusia sehingga mengakibatkan dampak yang buruk terhadap kehidupan makhluk hidup (Amalia dan Sugiri, 2014). Dampak buruk yang terjadi yaitu meningkatnya frekuensi dan intensitas iklim seperti badai, banjir, dan kekeringan (Hukom, Limantara and Andawayanti, 2012). Frekuensi banjir dan kekeringan merupakan kedua hal yang sangat berpengaruh terhadap keseimbangan air antara jumlah ketersediaan air dengan kebutuhan air. Kondisi keseimbangan air dapat berubah menjadi tidak seimbang disebabkan oleh pengelolaan sumber daya air yang tidak terpadu dan berkelanjutan didukung dengan adanya perubahan tata guna lahan yang berubah menjadi daerah pemukiman dan penambahan populasi penduduk yang meningkat secara signifikan.

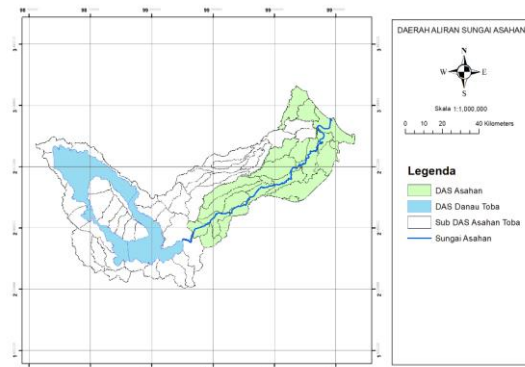
Wilayah Sungai Toba Asahan merupakan salah satu wilayah sungai yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan air di Provinsi Sumatera Utara. Daerah Aliran Sungai Asahan adalah salah satu bagian dari Wilayah Sungai Toba Asahan sebagai sumber air yang memenuhi kebutuhan air terutama di Kabupaten Asahan dengan luasan mencapai 2702 km² yang digunakan untuk pemanfaatan air seperti PLTA, Daerah Irigasi, Industri, dan Air Baku di sepanjang Daerah Aliran Sungai. Sumber aliran DAS Asahan berasal dari Danau Toba yang merupakan salah satu danau terbesar di dunia dan menjadi sumber air utama yang hampir mencakup di sebagian wilayah Provinsi Sumatera Utara. Kondisi lahan di sekitar wilayah DAS Asahan telah berubah menjadi kondisi kritis akibat adanya perubahan tata guna lahan (Balai Wilayah Sungai (BWS) II, 2013) Dampak dari kondisi ini dapat mengakibatkan jumlah ketersediaan air berkurang sehingga kemampuan air untuk dapat memenuhi kebutuhan air tidak terpenuhi secara maksimal.

Upaya atau metode yang digunakan dalam pengelolaan sumber daya air yaitu dengan menerapkan prinsip keseimbangan air atau (*Water Balanced*) yang diperhitungkan berdasarkan potensi jumlah ketersediaan air dengan jumlah kebutuhan air di sepanjang cakupan wilayah daerah aliran sungai (Zulkipli, Soetopo and Rasetijo, 2012). Hasil analisis keseimbangan air dapat memberikan informasi yang sangat penting bagi Stakeholder atau berbagai pemangku kepentingan dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan untuk terhindar dari ancaman kekeringan dan kerugian ekonomi masyarakat sehingga dapat memberikan suatu solusi yang efektif dan efisien dalam jangka waktu pendek, menengah, dan panjang.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di cakupan Daerah Aliran Sungai Asahan yang terletak pada koordinat 2°27'52.62"N; 99°13'12.07"E di bagian hulu dan 3°1'57.84"N; 99°53'2.42"E di bagian hilir sungai. Luas *Catchment Area* DAS Asahan mencapai 2702 km² dengan panjang sungai utama 135,57 km dan dicakup oleh Wilayah Administrative Kabupaten Asahan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Daerah Aliran Sungai Asahan

2.2 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder di mana data primer terdiri dari data pengukuran kecepatan aliran di penampang sungai untuk memperoleh debit aliran di sungai. Survei inventarisasi lokasi pengambilan kebutuhan air dilakukan di tiap titik pengambilan di sepanjang daerah aliran sungai. Data sekunder diperoleh dari laporan terdahulu dan instansi terkait seperti data hidrologi, klimatologi, luas daerah aliran sungai, debit bulanan, curah hujan bulanan selama 10 tahun, pola tanam, jenis tanaman, luas baku daerah irigasi, evaporasi, perkolasi, dan skema jaringan sungai. Kombinasi data tersebut menjadi dasar dalam analisis keseimbangan air (*Water Balanced*).

2.3 Analisis Hidrologi

Prosedur atau tahap analisis hidrologi dalam penelitian ini terdiri dari analisis ketersediaan air daerah aliran sungai dengan menghitung debit andalan probabilitas 90% menggunakan rumus FJ Mock. Persamaan Metode FJ Mock ditampilkan sebagai berikut:

$$Q_{and} = run\ off \times A \quad (1)$$

$$R_0 = BF + Dro \quad (2)$$

$$BF = I - Ws \quad (3)$$

$$i = Koeff\ i \times Ws \quad (4)$$

$$Ws = P - Eto + SMC \quad (5)$$

Keterangan:

Q_{and} = Debit Andalan (m^3/det)

A = Luas DAS (Km^2)

R_0 = Limpasan (mm)

BF = *Base Flow* (mm)

I = Infiltrasi (mm)

WS = *Water Storage* (mm)

P = Curah Hujan (mm)

Eto = Evapotranspirasi (mm)

Analisis kebutuhan air irigasi baik pada masa penyiapan lahan maupun pada masa tanam. Persamaan atau metode perhitungan kebutuhan air irigasi ditampilkan sebagai berikut.

Kebutuhan air irigasi masa tanam (NFR)

$$NFR = r_{eff} - Etc - P + Wlr \quad (6)$$

Keterangan:

NFR = Kebutuhan Air Irigasi Masa Tanam (mm/hr)

R_{eff} = Curah Hujan Efektif (mm)

Etc = Evapotranspirasi Tanaman (mm)

P = Perkolasi (mm)

Wlr = Lapisan Pengganti Air (mm)

Kebutuhan air irigasi masa penyiapan lahan (IR)

$$IR = \frac{M x e^k}{e^{k-1}} \quad (7)$$

Keterangan:

IR = Kebutuhan Air Irigasi Masa Penyiapan Lahan (mm/hr)

M = Kehilangan Air (mm) $M = Eo + P$

Eo = Evaporasi (mm)

P = Perkolasi (mm)

K = $(M \times T)/S$

T = Lamanya Waktu Pengolahan Tanaman (hari)

S = Kehilangan Air Sampai Tanah Jenuh (200-250 mm)

Debit Kebutuhan Air Irigasi

$$Q = IR \text{ atau } NFR \times A \quad (8)$$

Keterangan:

Q = Debit Kebutuhan Air Irigasi (l/det ha)

IR = Kebutuhan Air Irigasi Masa Penyiapan Lahan (mm/hr)

NFR = Kebutuhan Air Irigasi Masa Tanam (mm/hr)

A = Luas Areal Sawah (ha)

Analisis kebutuhan air baku jumlah penduduk dengan menghitung proyeksi jumlah penduduk dengan standar kebutuhan air per orang.

Proyeksi jumlah penduduk (P_n)

$$P_n = P_o \times (1 + r) \quad (9)$$

Keterangan:

P_n = Jumlah Penduduk Tahun ke n (Jiwa)

P_o = Jumlah Penduduk sekarang (Jiwa)

r = Kenaikan Ratio Rata-Rata Jumlah Penduduk

Debit Kebutuhan Air Baku ($Q_{air \text{ baku}}$)

$$IR = \frac{M x e^k}{e^{k-1}} \quad (10)$$

Keterangan:

$Q_{air \text{ baku}}$ = Debit Kebutuhan Air Baku (m^3/det)

P_n = Proyeksi Jumlah Penduduk (Jiwa)

Analisis kebutuhan air non domestik lainnya seperti industri, perikanan, dan peternakan. Analisis Keseimbangan Air (*Water Balanced*) antara ketersediaan air dengan kebutuhan air. Persamaan dalam menganalisis neraca air (*Water Balanced*) ditampilkan sebagai berikut.

Water Ballanced

$$WB = \text{inf } low - \text{outflow} \quad (11)$$

Keterangan:

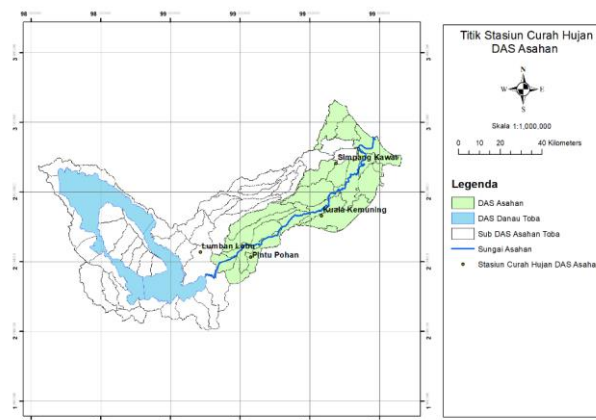
WB	= Water Balanced (m^3/det)
Inflow	= Ketersediaan Air (m^3/det)
Outflow	= Kebutuhan Air (m^3/det)

Studi ini adalah data hidrologi, peta DAS, skema jaringan sungai, dan klimatologi dipakai dalam analisis hidrologi, setelah itu dilakukan analisis ketersediaan air dengan FJ Mock dengan debit andalan Q 90%, sedangkan untuk analisis kebutuhan air berdasarkan kebutuhan air irigasi, domestik dan non domestik dilakukan pembentukan jaringan sungai sesuai dengan catchment area dari kesediaan air dan node dari kebutuhan air agar tercapainya analisis keseimbangan air (*water balance*)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Ketersediaan Air

Analisis hidrologi terdiri dari analisis ketersediaan air diperhitungkan untuk mengetahui debit andalan dengan probabilitas 90% di tiap luas tangkapan daerah aliran sungai atau sub das. Metode yang digunakan dalam menghitung debit andalan yaitu dengan metode FJ Mock yang menggunakan data curah hujan bulanan dan data klimatologi (Ndoen *et al.*, 2017). Data curah hujan bulanan diperoleh dari titik stasiun penakar curah hujan yang berada di dalam cakupan daerah aliran sungai dengan pencatatan dan pengumpulan data selama 10 tahun. Titik stasiun curah hujan yang mempengaruhi Daerah Aliran Sungai Asahan ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Titik stasiun curah hujan DAS Asahan

Stasiun penakar curah hujan yang mempengaruhi DAS Asahan dalam penelitian ini yaitu Lumban Lobu, Pintu Pohan, Kuala Kemuning, dan Simpang Kawat. Keempat stasiun mewakili luas tangkapan curah hujan baik itu bagian

hulu, tengah, dan hilir. Data curah hujan bulanan selama 10 tahun dari keempat stasiun curah hujan ditampilkan pada Tabel 1 s.d 4.

Tabel 1 Curah hujan tengah bulanan stasiun curah hujan simpang kawat (mm)

TAHUN	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	30,5	48,7	35,7	72,4	0	0	112	28,4	139	49	50,9	36,1
2010	88,1	0	8,9	21,3	0,9	32,7	112	72,8	36,6	170	50,4	153
2011	75,2	2,5	85,7	47,2	58,8	65,6	99,8	136	104	63,7	24,3	84,7
2012	162	145	1,1	24	5,9	21,8	40,5	54,9	158	55,3	217	63,9
2013	85,3	25,9	47,8	0	96	52,9	104	54	73,2	34,3	42,8	93
2014	22,4	129	2	25	159	147	67,8	101	99,2	47,7	8	35,6
2015	70,6	37,2	45,8	5,9	25,7	65,1	43,5	85,5	83,1	14,1	71,6	100
2016	39	75,3	22	22,4	30,1	122	78,7	42,2	0	169	40,2	85,8
2017	43,1	24,7	31	101	0	0	46,8	82,5	61,8	52,8	14,7	32,3
2018	33	100	27,6	8,7	252	29	252	26	15	37,6	5,3	10

TAHUN	JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	53,1	106	126	112	30,6	141	71,7	267	102	31,1	28,4	171
2010	85,7	77,9	0	147	38,1	22,8	174	117	110	215	111	18,1
2011	90,4	27,1	6,8	120	70,1	54,1	211	183	58,4	97	38,6	118
2012	0	242	71,5	123	267	186	79,4	95,7	56,8	0	177	64
2013	85,7	67,2	119	159	205	84,8	101	115	9,4	117	116	34,6
2014	57,4	135	26,4	65,3	173	112	75,4	64,9	25,7	26,9	18,8	68,4
2015	23,3	119	0	0	103	84,1	121	42,2	189	127	14,5	123
2016	57,9	84,8	286	153	120	86	172	170	166	79,8	0	98
2017	25,2	55,4	19,7	23,1	24	20,6	24	95	38,3	23	21,9	72,6
2018	83	71,5	0	71,4	31,9	57,3	0	91,7	61,7	125	25,8	42,6

Tabel 2 curah hujan tengah bulanan stasiun curah hujan kuala kemuning (mm)

TAHUN	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	0	0	0	57,2	48,3	23,6	21,9	92,7	10,5	60	15,2	42,4
2010	84	3	2	30	0	85	35	11	30,4	80,2	50	4
2011	60,9	0	25	20	0	0	25	100	40,5	70,2	25	210,7
2012	70	15	10	15	0	10	25,5	30	40,5	15	20	15
2013	45,5	30	10	0	45	15	10	15	40	15	10	25
2014	75,5	60	45	15	55,5	40	70	40	35,5	10	10	15
2015	55	75	25	20	20	35	45	0	20	0	45	80,5
2016	108,5	70	91	31	45	20	81,5	146	126	80,5	55,5	30
2017	171	50,5	86	80	71	102	45,5	80	75,5	121,5	80,5	165,5
2018	20	90,5	20	70,5	40,5	50,5	50,5	101	70,5	40	20	0
2018	33	100	27,6	8,7	252,3	29	252,3	26	15	37,6	5,3	10

TAHUN	JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	125	92,5	45,4	48,5	0	85,6	2,3	70	92,6	23,5	134,6	118,7
2010	63	80,4	70	72	71,4	112	81,4	190,3	182,6	171,2	142	196
2011	35	10	10	10,5	20,5	0	0	90	85,5	120	30	175,5
2012	35	40,5	50	25	60,5	50,5	120,5	80,5	86,5	95,5	110,5	126
2013	45	10	0	0	91	106	130	211	247	211	325	496
2014	35	20	90,5	91	151	90,5	231	270,5	244,5	402	0	0
2015	25	50,5	45	25	45	40	110	161	101,5	311	136,5	470,5
2016	40	20,5	40,5	20,5	80,5	131,5	162	242	191,5	141	332,2	361,5
2017	135	60,5	101	20	100,5	131,5	101	212	101,5	462,5	252,4	502
2018	80	20	100,5	243,3	241,7	20,5	201,5	402	401,5	460,5	402,5	70,5
2018	83	71,5	0	71,4	31,9	57,3	0	91,7	61,7	125	25,8	42,6

Tabel 3 Curah Hujan Tengah Bulanan Stasiun Curah Hujan Pintu Pohan (mm)

TAHUN	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN	
Periode	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	157	107	61	211	160	77	86	95	46	129	67	10
2010	168	47	63	63	63	210	206	113	111	52	89	64
2011	201	49	105	103	13	98	239	147	335	40	132	81
2012	168	227	36	80	116	179	129	186	98	229	136	74
2013	139	135	88	14	256	108	215	119	17	96	50	15
2014	266	102	35	113	270	92	86	163	131	1	215	53
2015	133	84	10	155	144	136	74	143	200	18	67	185
2016	102	165	104	113	157	139	177	183	62	219	22	96
2017	99	108	91	78	117	203	241	106	186	135	0	93
2018	82	268	254	170	85	72	89	3	59	97	21	19

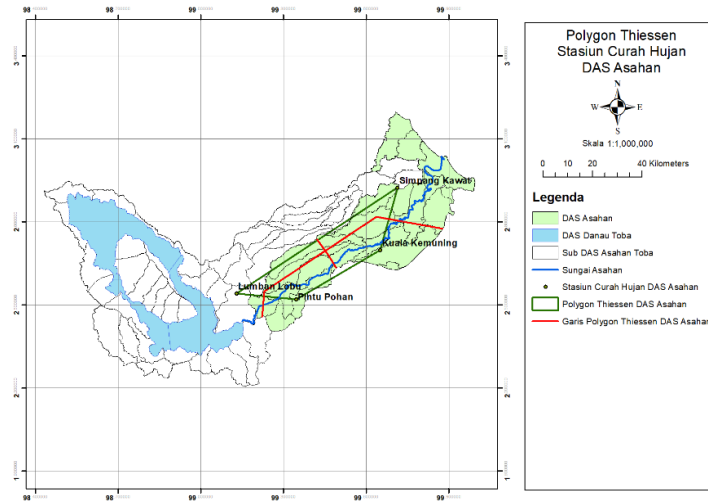
TAHUN	JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
Periode	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	98	131	31	31	119	286	164	317	300	145	224	182
2010	82	61	0	365	41	144	182	195	159	148	225	173
2011	0	105	22	139	206	46	99	129	133	137	159	259
2012	13	208	107	190	164	190	118	242	133	177,2	218	108
2013	86	182	92	198	241	224	169	286	138	256	148	106
2014	80	15	7	246	145	103	61	234	157	254	186	293
2015	163	86	103	160	71	125	30	54	105	134	190	323
2016	17	30	102	145	234	127	87	259	252	205	186	176
2017	202	19	6	230	85	69	142	317	260	275	110	125
2018	10	15	12	93	28	0	61	73	69	95	24	57

Tabel 4 Curah Hujan Tengah Bulanan Stasiun Curah Hujan Lumban Lobu (mm)

TAHUN	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN	
Periode	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	14	26	36	180	91	41	45	106	51	48	12	15
2010	113	18	7	31	30	106	133	29	8	172	25	62
2011	168	23	96	67	15	22	157	99	231	110	67	92
2012	54	151	0	62	79	28	145	55	24	162	46	26
2013	41	24	8	3	5	16	30	30	4	21	4	69
2014	103	62	55	91	198	91	75	68	45	12	41	61
2015	51	47	37	76	63	51	43	150	73	5	18	36
2016	73	73	41	72	81	58	92	135	12	120	50	27
2017	111	36	125	84	119	141	214	82	32	126	2	73
2018	64	243	209	102	68	18	14	8	28	14	22	36

TAHUN	JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
Periode	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	26	92	18	32	112	237	64	183	136	130	148	65
2010	62	16	6	221	13	100	210	96	133	103	165	82
2011	5	42	5	63	156	63	114	74	84	44	100	14
2012	9	250	10	35	17	26	10	6	23	5	30	21
2013	66	67	11	72	18	25	5	78	154	163	150	41
2014	74	2	40	120	117	66	55	145	110	110	192	92
2015	172	112	92	110	109	110	47	49	54	87	76	163
2016	14	5	142	41	83	82	81	171	187	77	95	156
2017	61	6	64	100	25	70	142	122	267	308	177	54
2018	38	17	29	122	92	0	38	73	26	33	61	259

Data curah hujan tengah bulanan dihitung dengan analisis polygon thiessen untuk mengetahui luas pengaruh masing-masing curah hujan tengah bulanan terhadap DAS Asahan. Hasil Analisis *polygon thiessen* seperti ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 4 Analisis Polygon Thiessen Stasiun Curah Hujan DAS Asahan

Analisis polygon thiessen bertujuan untuk mengetahui luas pengaruh tiap stasiun penakar curah hujan terhadap luasan Daerah Aliran Sungai (Zevri, 2019). Luas pengaruh stasiun curah hujan DAS Asahan ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil analisis polygon Thiessen DAS Asahan

Stasiun Curah Hujan	Luasan Km ²	Faktor Thiessen
Simpang Kawat	1064.26.00	00.39
Kuala Kemuning	604.39.00	00.22
Pintu Pohan	511.80	00.19
Lumban Lobu	522.32.00	00.19
Total	2702.76	01.00

Luasan pengaruh Stasiun Pengaruh Curah Hujan DAS Asahan digunakan untuk menghitung curah hujan tengah bulanan rata-rata. Hasil analisis curah hujan rata-rata tengah bulanan DAS Asahan ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Analisis Curah Hujan Rerata Tengah Bulanan DAS Asahan (mm)

TAHUN	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN	
Periode	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	44,4	44,5	32,6	116,0	58,7	27,8	73,9	70,4	75,6	66,4	38,4	28,5
2010	107,1	13,0	17,2	33,0	18,1	92,1	116,6	58,1	43,8	127,9	52,7	85,1
2011	113,8	14,7	77,8	55,5	28,5	48,6	120,5	122,8	158,2	69,6	53,1	113,6
2012	121,5	132,6	9,5	39,9	39,6	50,1	74,1	74,2	94,6	99,8	124,6	47,6
2013	78,0	47,1	39,3	3,2	97,3	47,7	89,6	52,9	41,8	39,1	29,3	58,4
2014	96,0	95,5	28,1	52,2	164,4	101,8	73,1	92,9	80,5	23,5	54,0	39,2
2015	75,1	56,4	32,7	50,8	54,0	69,1	49,5	89,7	89,2	9,9	54,4	99,4
2016	73,0	90,7	56,6	51,1	67,3	90,0	100,5	110,0	42,2	149,1	42,1	63,9
2017	95,4	48,4	72,8	88,7	61,0	88,5	115,6	86,3	82,6	97,9	24,2	81,4
2018	45,4	157,3	103,8	71,1	137,6	39,8	130,2	34,9	38,3	44,8	14,8	14,5

TAHUN	JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2009	72,4	104,9	69,1	66,8	56,2	174,6	72,2	216,2	144,1	70,1	112,3	141,0
2010	75,3	63,3	16,8	185,8	41,2	80,6	161,6	144,2	140,0	170,9	149,8	99,6
2011	44,4	40,9	10,0	88,1	101,3	42,2	123,7	131,1	83,5	99,5	71,3	137,5
2012	12,0	192,0	61,5	96,6	153,0	125,5	82,5	102,7	71,3	55,9	141,4	77,9
2013	72,8	76,1	66,6	114,2	150,3	104,3	101,9	161,6	114,8	173,1	175,2	152,5
2014	59,9	60,9	39,7	115,8	152,1	96,8	103,5	158,4	115,8	169,8	79,7	100,2
2015	78,9	96,2	47,3	57,1	85,1	87,0	87,0	72,3	127,4	161,8	86,9	246,1
2016	37,7	44,6	168,5	100,1	125,5	103,2	136,0	203,1	192,2	116,7	127,9	182,9
2017	90,2	40,1	43,8	76,4	52,9	64,1	86,4	168,4	138,6	224,1	120,1	174,9
2018	59,8	38,8	30,4	123,7	89,7	27,1	64,0	153,9	132,2	176,6	116,5	93,4

Hasil analisis curah hujan rata-rata tengah bulanan digunakan untuk menganalisis jumlah ketersediaan air probabilitas 90% dengan menggunakan metode FJ Mock atau disebut dengan debit andalan. Analisis debit andalan diperhitungkan untuk mengetahui besarnya fluktuasi atau perubahan ketersediaan air dalam jangka waktu satu tahun yang berfungsi untuk pemenuhan kebutuhan air. Hasil Analisis debit andalan 90% DAS Asahan ditampilkan pada Tabel 7.

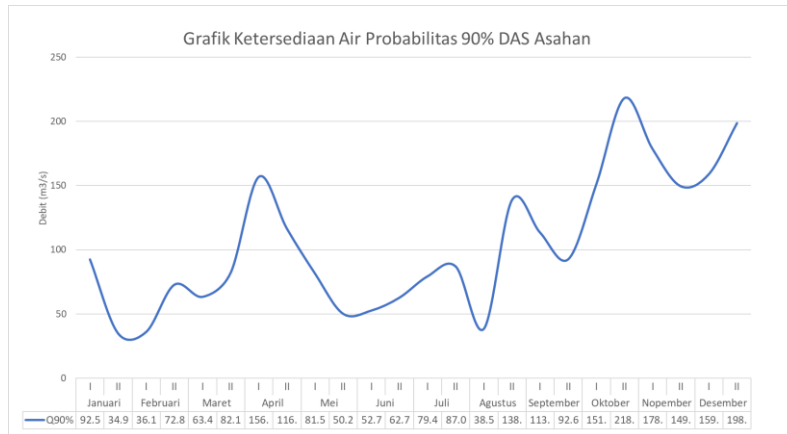
Tabel 7 Hasil analisis debit andalan probabilitas 90% tengah bulanan (m^3/det)

Probabilitas (%)	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
10%	246,15	338,06	232,10	262,93	325,61	214,36	290,82	269,97	317,51	323,03	262,61	253,16
20%	224,68	289,98	182,25	199,61	275,89	198,09	265,65	240,85	188,55	277,73	119,38	210,84
30%	215,01	202,92	163,88	157,83	189,71	190,86	261,19	204,27	171,79	211,57	116,56	188,58
40%	192,86	197,48	123,11	130,01	128,13	188,35	251,99	199,57	165,57	210,93	114,95	173,15
50%	190,20	114,85	86,27	112,55	117,49	141,72	226,53	188,26	155,20	147,56	113,27	139,20
60%	156,96	103,78	73,12	112,08	114,87	107,54	198,08	164,18	155,00	145,32	94,67	118,62
70%	145,14	99,98	69,30	110,72	102,31	106,86	165,09	157,46	86,92	95,56	86,01	100,00
80%	144,15	96,45	60,76	86,27	75,20	95,72	163,86	138,64	85,34	82,28	58,40	80,76
90%	92,56	34,96	36,12	72,87	63,40	82,10	156,82	116,51	81,53	50,22	52,74	62,78
100%	88,54	33,47	19,82	3,76	39,78	59,67	110,62	88,16	73,33	13,46	32,31	30,55
Rata-Rata	169,625	151,192	104,672	124,864	143,238	138,526	209,065	176,786	148,074	155,765	105,089	135,763

Probabilitas (%)	Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
10%	175,47	415,66	344,48	401,84	331,29	373,44	333,18	476,81	421,96	485,31	354,49	538,05
20%	159,91	225,92	137,74	258,62	326,57	273,50	281,26	444,29	308,23	387,15	304,43	400,51
30%	154,98	208,00	134,66	245,01	321,35	231,10	255,50	359,85	304,48	373,61	281,75	375,43
40%	144,03	162,04	116,54	244,13	276,06	225,68	211,20	349,87	299,81	371,71	260,85	332,22
50%	142,78	143,71	91,33	218,45	219,21	204,15	202,56	344,64	286,60	363,02	238,83	304,14
60%	120,43	136,56	83,82	195,08	188,77	183,57	183,96	335,50	270,76	347,02	228,64	292,96
70%	117,87	103,09	75,55	182,34	182,91	173,89	170,01	317,88	248,28	253,00	226,20	216,65
80%	92,42	91,22	56,43	160,09	116,13	139,38	160,85	288,23	238,69	212,58	173,95	210,69
90%	79,41	87,04	38,50	138,77	113,45	92,68	151,10	218,14	178,45	149,53	159,00	198,70
100%	26,60	85,52	13,08	123,71	92,91	60,28	131,71	162,17	150,74	118,96	142,37	162,43
Rata-Rata	121,389	165,875	109,213	216,803	216,865	195,768	208,133	329,739	270,799	306,189	237,050	303,177

Hasil analisis debit andalan tengah bulanan probabilitas 90% dengan metode FJ Mock menunjukkan besarnya debit andalan 90% berada di antara 34.96 m^3/det s.d 218.141 m^3/det . Debit andalan paling minimum berada di Bulan Januari pertengahan bulan ke II dan paling maksimum berada di Bulan Oktober pertengahan bulan ke II. Kondisi ketersediaan debit andalan tengah bulanan

dengan probabilitas 90% dapat ditampilkan secara grafik untuk mengetahui lebih detail perubahan atau fluktuasi besarnya ketersediaan air di DAS Asahan. Hasil grafik ketersediaan air dengan probabilitas 90% DAS Asahan ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik ketersediaan air probabilitas 90% DAS Asahan

3.2 Analisis Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air DAS Asahan diperhitungkan untuk mengetahui besarnya jumlah debit kebutuhan air di tiap titik pengambilan di sepanjang badan sungai yang mencakup seluruh Daerah Aliran Sungai Asahan dimulai dari bagian hulu sampai hilir sungai. Debit kebutuhan air diperhitungkan berdasarkan jenis pemanfaatan air seperti irigasi, PLTA, dan air baku baik domestik maupun non domestik.

3.2.1 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi diperhitungkan untuk mengetahui besarnya debit kebutuhan air irigasi baik pada masa penyiapan lahan maupun pada masa tanam. Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi pada masa penyiapan lahan dan masa tanam adalah kondisi iklim atau klimatologi seperti evaporasi, perkolasi, koefisien tanaman, pola tanam dan curah hujan efektif (Huda, Harisuseno and Priyantoro, 2012) Data klimatologi digunakan untuk menghitung besarnya kehilangan air pada suatu daerah irigasi dalam memenuhi kebutuhan air berdasarkan sumber air yang ada baik itu aliran sungai atau tampungan air secara teknis maupun berasal dari curah hujan secara non teknis. Jumlah debit kebutuhan air irigasi diperhitungkan dengan luas baku daerah irigasi di dalam cakupan daerah aliran sungai DAS Asahan. Hasil Analisis kebutuhan air irigasi di dalam cakupan DAS Asahan ditampilkan pada Tabel 8.

Hasil analisis kebutuhan air irigasi di cakupan DAS Asahan diperhitungkan dengan waktu masa penyiapan lahan selama satu bulan dan masa tanam selama tiga bulan dengan jenis tanaman padi varietas unggul. Besarnya debit kebutuhan air irigasi diperhitungkan dalam jangka waktu satu tahun dengan beberapa alternative pola tanam yang berbeda untuk dapat mengetahui debit kebutuhan air irigasi maksimum. Penentuan debit kebutuhan air irigasi dapat diperoleh berdasarkan pola tanam yang dilakukan oleh petani atau berdasarkan debit kebutuhan air irigasi maksimum dari 12 alternative.

Tabel 8 Hasil Analisis Debit Kebutuhan Air Irigasi DAS Asahan (l/det. ha)

No	Bulan	Periode	Kebutuhan Air Irigasi (l/det.ha)												
			Altr - 1	Altr - 2	Altr - 3	Altr - 4	Altr - 5	Altr - 6	Altr - 7	Altr - 8	Altr - 9	Altr - 10	Altr - 11	Altr - 12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Jan	I	0.51				-0.22	0.07	0.21	0.51		-0.22	0.07	0.21	
		II	0.68				-0.12	0.17	0.39	0.68		-0.12	0.17	0.39	
2	Feb	I	0.58	0.86				0.11	0.44	0.58	0.86		0.11	0.44	
		II	0.49	0.76				-0.07	0.25	0.49	0.76		-0.07	0.25	
3	Mar	I	0.38	0.52	0.81				0.07	0.38	0.52	0.81		0.07	
		II	0.15	0.38	0.66				-0.15	0.15	0.38	0.66		-0.15	
4	Apr	I	-0.26	0.03	0.17	0.47				-0.26	0.03	0.17	0.47		
		II	-0.23	0.05	0.26	0.56				-0.23	0.05	0.26	0.56		
5	May	I		-0.02	0.30	0.44	0.72					-0.02	0.30	0.44	0.72
		II		-0.08	0.23	0.47	0.74					-0.08	0.23	0.47	0.74
6	Jun	I	0.80		0.06	0.37	0.51	0.80					0.06	0.37	0.51
		II	0.76		-0.05	0.25	0.48	0.76					-0.05	0.25	0.48
7	Jul	I	0.03	0.68		-0.06	0.25	0.39	0.68					-0.06	0.25
		II	0.03	0.70		-0.11	0.18	0.41	0.69					-0.11	0.18
8	Aug	I	0.03	0.56	0.84		0.09	0.42	0.56	0.84					0.09
		II	0.02	0.23	0.51		-0.32	-0.01	0.23	0.51					-0.32
9	Sep	I	0.01	0.18	0.32	0.61		-0.12	0.18	0.32	0.61				
		II	0.00	0.04	0.26	0.55		-0.26	0.04	0.26	0.55				
10	Oct	I		-0.27	0.02	0.15	0.45		-0.27	0.02	0.15	0.45			
		II		-0.83	-0.56	-0.35	-0.05		-0.83	-0.56	-0.35	-0.05			
11	Nov	I			-0.54	-0.24	-0.10	0.19		-0.54	-0.24	-0.10	0.19		
		II			-0.58	-0.29	-0.07	0.22		-0.58	-0.29	-0.07	0.22		
12	Dec	I				-0.31	-0.02	0.12	0.41		-0.31	-0.02	0.12	0.41	
		II				-0.51	-0.22	-0.01	0.29		-0.51	-0.22	-0.01	0.29	
Debit Maximum (l/det.ha)	Padi	0.76	0.76	0.66	0.56	0.74	0.76	0.69	0.68	0.76	0.66	0.56	0.74		
Keterangan		Pengolahan Lahan													
		Masa Tanam													

Berdasarkan data informasi dari intansi terkait diperoleh bahwasanya total luasan Daerah Irigasi yang mengambil sumber air dari Sungai Asahan yaitu mencapai 3620 Ha (Balai Wilayah Sungai (BWS) II, 2013). Pola tanam dilakukan dengan dua kali masa tanam dalam satu tahun yaitu masa tanam I pada Bulan Oktober dan masa tanam II pada Bulan Mei sehingga besarnya debit kebutuhan air Daerah Irigasi maksimum DAS Asahan di tiap Daerah Irigasi ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Analisis Debit Kebutuhan Air Irigasi DAS Asahan (m³/det)

No	Nama DI	Luas DI Ha	Kebutuhan Air Max m ³ /det
1	Sei Kepayang	1154	2.99
2	Air Joman	623	1.62
3	Simpang Empat	535	1.39
4	Aek Kuasan	311	0.81

3.2.2 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik digunakan untuk memenuhi kebutuhan air baku masyarakat yang berada dalam luasan wilayah administrative. Berdasarkan hasil informasi menunjukkan bahwasanya terdapat 24 kecamatan yang memanfaatkan Sungai Asahan dalam memenuhi kebutuhan air baku yang berada di dalam Wilayah Kabupaten Asahan (PDAM, 2013). Analisis kebutuhan air domestik diperhitungkan dengan memprediksi proyeksi jumlah penduduk tiap kecamatan untuk mengetahui potensi kebutuhan air di masa yang akan datang. Daerah atau wilayah kecamatan yang memanfaatkan Sungai Asahan untuk sumber air baku dengan jumlah penduduk dan proyeksi jumlah penduduk dalam 25 tahun ke depan ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Jumlah proyeksi penduduk kebutuhan air domestik cakupan DAS
Asahan kurun waktu 25 tahun kedepan

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk Jiwa (2013)	Proyeksi Jumlah Penduduk Jiwa (2038)
1	Aek Ledong	20.781	21.647
2	Aek Kuasan	20.089	20.926
3	Aek Songsongan	17.396	18.121
4	Air Batu	41351	43074
5	Air Joman	48417	50434
6	Bandar Pasir Mandoge	34719	36166
7	Bandar Pulau	21622	22523
8	Buntu Pane	23822	24815
9	Kisaran Barat	58543	60982
10	Kisaran Timur	72958	75998
11	Pulau Rakyat	33362	34752
12	Pulo Bandring	29278	30498
13	Rahuning	18479	19249
14	Rawang Panca Arga	18517	19289
15	Sei Dadap	32566	33923
16	Sei Kepayang	18063	18816
17	Sei Kepayang Barat	13521	14084
18	Sei Kepayang Timur	9073	9451
19	Setia Janji	12088	12592
20	Silo Laut	21269	22155
21	Simpang Empat	41665	43401
22	Tanjung Balai	36880	38417
23	Teluk Dalam	18225	18984
24	Tinggi Raja	19124	19.921
	Total	681.808	710.217

Jumlah proyeksi penduduk diperhitungkan untuk mengetahui debit kebutuhan air domestik dengan berdasarkan standar kebutuhan air baku yang diterbitkan oleh dirjen Cipta Karya ditampilkan pada tabel 10 (Dirjen Cipta Karya, 2010)

Tabel 11 Standar kebutuhan air domestik berdasarkan penduduk (L/org. hr)

Kategori	Jumlah Penduduk (Orang)	Standar Kebutuhan Air (l/org/hr)
Kota Metropolitan	> 1000000	150-200
Kota Besar	500000-1000000	120-150
Kota Sedang	100000-500000	90-120
Kota Kecil	20000-100000	60-90
Desa	<20000	40-60

Besar debit kebutuhan air baku tiap wilayah berdasarkan hasil perhitungan antara jumlah proyeksi penduduk dengan standar kebutuhan air baku ditampilkan pada Tabel 12.

Debit kebutuhan air baku penduduk menunjukkan berada di antara 0.237 m³/det s.d 0.020 m³/det dengan total kebutuhan air mencapai 2.06 m³/det yang dioperasikan oleh pihak PDAM Tirta Silau Piasa dan WTP Tirta Kualo.

Tabel 12 Debit Kebutuhan Air Baku Penduduk Cakupan DAS Asahan (m³/det)

No	Kecamatan	Jumlah	Proyeksi Jumlah	Standar	Q kebutuhan air
		Penduduk	Penduduk	Kebutuhan Air	m ³ /det
		Jiwa	Jiwa	L/org/hr	
1	Aek Ledong	20781	21647	90	0.068
2	Aek Kuasan	20089	20926	90	0.065
3	Aek Songsongan	17396	18121	60	0.038
4	Air Batu	41351	43074	90	0,09375
5	Air Joman	48417	50434	90	0,10972222
6	Bandar Pasir Mandoge	34719	36166	90	0,07847222
7	Bandar Pulau	21622	22523	90	0.070
8	Buntu Pane	23822	24815	90	0.078
9	Kisaran Barat	58543	60982	90	0,13263889
10	Kisaran Timur	72958	75998	90	0,16458333
11	Pulau Rakyat	33362	34752	90	0,07569444
12	Pulo Bandring	29278	30498	90	0.095
13	Rahuning	18479	19249	60	0.040
14	Rawang Panca Arga	18517	19289	60	0.040
15	Sei Dadap	32566	33923	90	0,07361111
16	Sei Kepayang	18063	18816	60	0.039
17	Sei Kepayang Barat	13521	14084	60	0.029
18	Sei Kepayang Timur	9073	9451	60	0.020
19	Setia Janji	12088	12592	60	0.026
20	Silo Laut	21269	22155	90	0.069
21	Simpang Empat	41665	43401	90	0,09444444
22	Tanjung Balai	36880	38417	90	0,08333333
23	Teluk Dalam	18225	18984	60	0.040
24	Tinggi Raja	19124	19921	60	0.042
	Total	681808	710217	1830	02.06

3.2.3 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik diperhitungkan berdasarkan jumlah pengguna air di bidang industri. Jenis kegiatan industri yang berada di dalam cakupan DAS Asahan meliputi kegiatan industri perkebunan untuk pengolahan sawit dan industri rumah tangga lainnya ditampilkan pada Tabel 13.

Tabel 13 Jenis Kegiatan Industri Di Cakupan Wilayah DAS Asahan

No	Industri	Jenis Kegiatan
1	PT Toba Pulp Lestari, Tbk	Air Baku Industri
2	PT. Indonesia Asahan Aluminium (PT. Inalum)	Pengolahan Industri Aluminium
3	PT. Perkebunan Nusantara IV (Persero) Unit Usaha Pulu Raja	Industri Pengolahan Kelapa Sawit
4	PT. Padasa Enam Utama	Operasi Pabrik Kelapa Sawit
5	PT. Varem Sawit	Operasi Pabrik Kelapa Sawit
6	PT. Asianagro Agung Jaya	Industri Minyak Goreng
7	PT. Gunung Salju Sejati	Pengolahan Ikan
8	SD. Serikat Melayan Baru	Pengolahan Ikan
9	CV. Anugerah Jaya Abadi	Pengolahan Ikan
10	CV. Cetya Mendut	Pengolahan Ikan
11	PT. Anugerah Multi Sawita	Operasi Pabrik Kelapa Sawit
12	KM. Pelita	Pabrik Minyak Kelapa (Minyak Putih)

Jumlah pengguna kebutuhan air non domestik di dalam cakupan DAS Asahan sebanyak 13 perusahaan dengan jenis kegiatan yang berbeda dalam pemanfaatan air. Perhitungan debit kebutuhan air non domestik dilakukan dengan nilai standar kebutuhan air non domestik yang ditampilkan pada tabel 14.

Tabel 15 Ketersediaan Air di Titik Sub DAS Node Pengambilan Kebutuhan Air (m^3/det)

No	Sub DAS	Ketersediaan Air m^3/det
0	Danau Toba	15.04
1	Bolon	1.79
2	Kuais	0.68
3	Kuasan	0.92
		1.84
4	Kalijati	0.47
		0.93
5	Pekahilen	1.96
6	Silautlaut	1.43
7	Kepayang	2.02
8	Balastana	0.77
9	Dadap	0.76
		0.57
		0.57
10	Tempurang Besar	0.88
		0.66
		0.66
11	Silaubonto	0.93
		0.93
12	Serdang	1.15
	Total	34.96

Hasil Analisis simulasi keseimbangan air (*Water Balanced*) DAS Asahan ditampilkan pada Tabel 16.

Tabel 16 Analisis Keseimbangan Air (*Water Balanced*) DAS Asahan (m^3/det)

No	Sub DAS	Node Pengambilan	Ketersediaan Air m^3/det	Kebutuhan Air m^3/det	<i>Water Balanced</i> m^3/det	Ket.
0	Danau Toba	Inflow Danau Toba	15.04	0	15.04	
1	Bolon	PT Toba Pulp Lestari, Tbk	0,096527778	00.08	0,724305556	Surplus
2	Kuais	PT. Indonesia Asahan Aluminium (PT. Inalum)	0,047222222	00.08	17.51	Surplus
3	Kuasan	PT. Varem Sawit	0,063888889	00.08	18.43	Surplus
		DI Aek Kuasan	0,1	0,05625	19.46	Surplus
		PT. Anugerah Multi Sawita	00.47	00.08	0,85625	Surplus
4	Kalijati	PT. Perkebunan Nusantara IV (Persero) Unit Usaha Pulu Raja	0,064583333	00.08	0,893055556	Surplus
5	Pekahilen	PT. Padasa Enam Utama	0,108333333	00.08	0,973611111	Surplus
6	Silautlaut	DI Simpang Empat	01.43	01.39	0,976388889	Surplus
7	Kepayang	DI Sei Kepayang	02.02	0,152083333	0,936805556	Surplus
8	Balastana	CV. Cetya Mendut	0,053472222	00.08	0,9625	Surplus
		WTP Tirta Kualo	0,052777778	02.06	21.36	Surplus
9	Dadap	CV. Anugerah Jaya Abadi	00.57	00.08	0,939583333	Surplus
		PT. Asianagro Agung Jaya	00.57	00.08	22.50	Surplus
		SD. Serikat Melayan Baru	0,061111111	00.08	23.37	Surplus
10	Tempurang Besar	KM. Pelita	0,045833333	00.08	24.03.00	Surplus
		PT. Gunung Salju Sejati	0,045833333	00.08	24.69	Surplus
11	Silaubonto	PDAM Tirta Silau Piasa	0,064583333	02.06	23.56	Surplus
		PDAM Tirta Silau	0,064583333	02.06	22.43	Surplus
12	Serdang	DI Air Joman	01.15	0,084722222	0,941666667	Surplus
13	Laut	Laut	0,941666667			

Hasil analisis keseimbangan air (*Water Balanced*) DAS Asahan menunjukkan bahwasanya jumlah ketersediaan air dengan probabilitas 90% yang paling minimum dapat memenuhi kebutuhan air di sepanjang aliran sungai yang dimulai dari bagian hulu sampai hilir. Potensi pengembangan infrastruktur keairan dalam mendukung program pemerintah khususnya di bidang sumber daya air di DAS Asahan dapat dilakukan dikarenakan jumlah ketersediaan air di cakupan DAS Asahan dalam kondisi berlebih atau *surplus*.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya ketersediaan air DAS Asahan dengan probabilitas 90% yang paling minimum yaitu sebesar 34.96 m³/det dapat memenuhi total kebutuhan air baik itu kebutuhan air irigasi, domestik, dan non domestik sebesar 13.00 m³/det. Kondisi ini menunjukkan bahwasanya kuantitas atau jumlah ketersediaan air DAS Asahan masih dalam keadaan berlebih atau *surplus* sehingga pengembangan infrastruktur bangunan air dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air dan meningkatkan perekonomian pendapatan masyarakat di Kabupaten Asahan.

Daftar Kepustakaan

- Amalia, B. I. and Sugiri, A. (2014) 'Ketersediaan Air Bersih Dan Perubahan Iklim: Studi Krisis Air Di Kedungkarang Kabupaten Demak', 3(2), pp. 295–302.
- Balai Wilayah Sungai (BWS) II (2013) *Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Toba Asahan*. Medan, Indonesia.
- Dirjen Cipta Karya (2010) *Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang*. Jakarta, Indonesia.
- Huda, M. N., Harisuseno, D. and Priyantoro, D. (2012) 'Kajian Sistem Pemberian Air Irigasi Sebagai Dasar Penyusunan Jadwal Rotasi Pada Daerah Irigasi Tumpang Kabupaten Malang', *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(2), pp. 221–229.
- Hukom, E., Limantara, L. M. and Andawayanti, U. (2012) 'Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Optimasi Ketersediaan Air Di Irigasi Way Mital Propinsi Maluku', *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(1)(Mei 2012), pp. 24–32.
- Ndoen, O. K. *et al.* (2017) 'Keseimbangan Air (Water Balance) Di Kabupaten Sabu- Raijua', VI(1), pp. 75–88.
- Zevri, A. (2019) 'Studi Pemetaan Daerah Genangan Banjir DAS Sei Sikambing Dengan Sistem Informasi Geografis', 9(2), pp. 165–178. doi: 10.29103/tj.v9i2.233.
- Zulkipli, Soetopo, W. and Rasetijo, H. (2012) 'Analisa Neraca Air Permukaan Das Renggung Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi Dan Domestik Penduduk Kabupaten Lombok Tengah', *Teknik Pengairan*, 3(2), pp. 87–96.