

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

Sub DAS Grindulu adalah sub DAS terbesar di Kabupaten Pacitan dengan luas sub DAS sebesar $\pm 403,209 \text{ km}^2$. Sub DAS Grindulu merupakan sub DAS yang tidak terukur (*Ungauged Cacthment Area*) sehingga diperlukan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisa permasalahan yang terjadi.

Dalam analisa hidrologi, untuk memperoleh besaran hujan yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan yang sebenarnya terjadi di seluruh sub DAS, maka diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dapat mewakili besaran hujan di sub DAS tersebut. Pada sub DAS Grindulu terdapat empat stasiun penakar hujan, yaitu stasiun Bandar, stasiun Nawangan, stasiun Tegalombo, stasiun Arjosari.

4.1.1 Data Curah Hujan

Data hujan yang dipergunakan dalam analisa hidrologi dan laju erosi diambil dari empat stasiun penakar hujan yaitu stasiun Bandar, stasiun Nawangan, stasiun Tegalombo, stasiun Arjosari. Secara administratif empat stasiun penakar hujan tersebut terletak di wilayah Kabupaten Pacitan. Data hujan yang dimaksud meliputi data curah hujan harian dengan periode pengamatan tahun 1996 sampai dengan tahun 2005. Rekapitulasi data hujan harian di tiap stasiun, disajikan dalam bentuk curah hujan harian maksimum tahunan yang dapat dilihat pada tabel 4.1, data total curah hujan bulanan pada tabel 4.2 s/d 4.5, jumlah hari hujan pada tabel 4.6 s/d 4.9, dan curah hujan maksimum pada tabel 4.10 s/d 4.13 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Sub DAS Grindulu

No.	Tahun	Stasiun Bandar	Stasiun Nawangan	Stasiun Tegalombo	Stasiun Arjosari
1	1996	90	98	61	137
2	1997	100	91	77	49
3	1998	94	67	81	97
4	1999	82	68	96	94
5	2000	105	89	111	162
6	2001	156	91	121	116
7	2002	136	75	71	94
8	2003	76	65	102	128
9	2004	106	95	141	148
10	2005	89	95	89	112

Sumber : Satgas PSDA Kab. Pacitan

Tabel 4.2 Data Total Curah Hujan Bulanan St. Bandar

No	Tahun	Total Curah Hujan Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	433	460	517	291	102	220	41	0	0	232	338	315
2	1997	439	230	59	187	109	20	0	0	0	0	91	144
3	1998	197	472	615	297	100	297	367	0	142	255	384	306
4	1999	347	213	126	114	126	7	12	0	0	127	290	372
5	2000	248	550	433	423	146	19	0	5	3	314	618	137
6	2001	367	362	360	137	52	169	50	0	0	186	486	87
7	2002	93	389	318	381	25	0	0	0	0	0	105	478
8	2003	349	386	341	67	72	0	20	0	0	60	309	393
9	2004	520	252	217	172	136	4	53	0	0	0	167	579
10	2005	338	152	254	432	44	184	33	0	0	80	20	492
	Jumlah	3331	3466	3240	2501	912	920	576	5	145	1254	2808	3303
	Rerata	333,1	346,6	324	250,1	91,2	92	57,6	0,5	14,5	125,4	280,8	330,3

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.3 Data Total Curah Hujan Bulanan St. Nawangan

No	Tahun	Total Curah Hujan Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	418	650	546	338	135	124	34	7	1	275	333	434
2	1997	359	195	153	361	109	29	2	0	0	2	110	166
3	1998	288	471	583	400	173	278	199	29	41	281	419	328
4	1999	358	248	476	172	175	49	25	0	2	233	496	279
5	2000	183	598	434	420	77	90	0	1	291	291	481	148
6	2001	335	277	590	219	123	219	50	0	0	256	348	169
7	2002	351	347	223	300	2	0	0	0	0	0	88	400
8	2003	299	370	310	140	128	2	4	0	0	105	364	319
9	2004	359	244	267	152	107	3	41	0	0	2	293	698
10	2005	342	231	190	316	62	266	17	0	11	110	9	577
	Jumlah	3292	3631	3772	2818	1090	1060	371	37	346	1555	2941	3518
	Rerata	329,2	363,1	377,2	281,8	109	106	37,1	3,7	34,6	155,5	294,1	351,8

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.4 Data Total Curah Hujan Bulanan St. Tegalombo

No	Tahun	Total Curah Hujan Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	321	215	93	304	73	4	0	0	0	7	23	85
2	1997	108	278	629	156	33	245	189	5	93	218	287	85
3	1998	108	278	659	156	33	178	189	5	93	487	454	287
4	1999	336	313	400	377	111	12	2	0	0	56	357	273
5	2000	182	493	351	194	111	25	0	0	0	193	297	142
6	2001	412	391	195	138	49	107	40	0	0	238	305	140
7	2002	327	368	389	241	10	0	0	0	0	0	121	445
8	2003	351	434	348	107	25	6	3	0	2	58	249	326
9	2004	305	187	205	101	126	6	69	0	0	24	226	566
10	2005	83	156	160	251	36	167	29	2	6	77	63	497
	Jumlah	2533	3113	3429	2025	607	750	521	12	194	1358	2382	2846
	Rerata	253,3	311,3	342,9	202,5	60,7	75	52,1	1,2	19,4	135,8	238,2	284,6

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.5 Data Total Curah Hujan Bulanan St. Arjosari

No	Tahun	Total Curah Hujan Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	385	477	161	94	0	0	37	16	0	171	173	392
2	1997	308	303	90	83	67	7	0	0	0	0	27	69
3	1998	246	453	489	319	70	292	138	0	154	310	473	406
4	1999	349	277	515	278	159	8	0	0	0	52	317	358
5	2000	230	607	339	310	107	21	0	4	12	324	604	71
6	2001	371	422	472	57	17	104	23	0	0	270	354	285
7	2002	477	441	392	331	86	0	0	0	0	0	110	298
8	2003	365	450	278	42	42	4	0	0	0	73	285	472
9	2004	328	172	300	14	317	6	3	6	0	0	294	501
10	2005	295	259	268	161	3	108	76	0	21	104	67	502
	Jumlah	3354	3861	3304	1689	868	550	277	26	187	1304	2704	3354
	Rerata	335,4	386,1	330,4	168,9	86,8	55	27,7	2,6	18,7	130,4	270,4	335,4

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.6 Data Total Hari Hujan St. Bandar

No	Tahun	Total Hari Hujan Bulanan (hari)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	25	23	26	14	6	8	2	0	0	13	19	18
2	1997	20	18	8	14	5	1	0	0	0	0	4	10
3	1998	10	23	26	19	9	13	19	0	10	17	21	24
4	1999	21	19	5	12	5	3	1	0	0	10	18	15
5	2000	16	21	23	18	8	4	0	1	1	11	23	10
6	2001	25	16	17	11	5	17	5	0	0	13	10	9
7	2002	9	17	18	16	3	0	0	0	0	0	11	17
8	2003	21	18	22	7	4	0	1	0	0	6	15	19
9	2004	23	20	20	12	11	3	4	0	0	0	13	23
10	2005	18	14	20	18	4	9	4	0	0	7	4	27
	Jumlah	188	189	185	141	60	58	36	1	11	77	138	172
	Rerata	19	19	19	14	6	6	4	0	1	8	14	17

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.7 Data Total Hari Hujan St. Nawangan

No	Tahun	Total Hari Hujan Bulanan (hari)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	20	25	25	17	12	9	5	1	1	17	22	21
2	1997	17	19	19	21	9	2	2	0	0	1	11	19
3	1998	17	24	28	20	16	16	13	4	8	16	23	26
4	1999	24	20	23	16	12	4	1	0	1	15	19	17
5	2000	15	21	25	20	5	3	0	1	11	11	25	10
6	2001	19	14	22	14	7	12	7	0	0	15	15	12
7	2002	20	17	16	14	1	0	0	0	0	0	12	21
8	2003	16	23	18	11	8	1	1	0	0	6	15	21
9	2004	20	18	21	16	10	2	3	0	0	1	14	21
10	2005	14	15	12	16	4	12	6	0	2	8	7	29
	Jumlah	182	196	209	165	84	61	38	6	23	90	163	197
	Rerata	18	20	21	17	8	6	4	1	2	9	16	20

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.8 Data Total Hari Hujan St. Tegalombo

No	Tahun	Total Hari Hujan Bulanan (hari)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	20	25	10	15	3	2	0	0	0	1	3	13
2	1997	11	18	29	20	7	13	15	2	8	20	20	13
3	1998	11	18	29	20	7	13	15	2	8	20	22	18
4	1999	17	18	20	17	6	2	1	0	0	4	20	13
5	2000	19	18	21	18	7	4	0	0	0	9	21	9
6	2001	17	18	18	14	5	13	3	0	0	10	16	11
7	2002	21	20	22	16	2	0	0	0	0	0	12	19
8	2003	19	20	15	8	7	2	1	0	1	4	16	22
9	2004	20	20	20	7	7	2	2	0	0	1	15	21
10	2005	16	14	13	18	2	9	5	2	1	8	6	26
Jumlah		171	189	197	153	53	60	42	6	18	77	151	165
Rerata		17	19	20	15	5	6	4	1	2	8	15	17

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.9 Data Total Hari Hujan St. Arjosari

No	Tahun	Total Hari Hujan Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	22	19	13	7	0	0	2	2	0	7	11	17
2	1997	19	18	11	7	7	1	0	0	0	0	5	7
3	1998	11	16	24	20	3	15	13	0	11	16	20	21
4	1999	16	19	24	13	6	2	0	0	0	6	15	19
5	2000	12	18	20	16	5	1	0	1	3	10	19	9
6	2001	21	15	23	11	3	10	1	0	0	14	14	16
7	2002	23	21	20	16	2	0	0	0	0	0	7	17
8	2003	16	23	17	6	4	2	0	0	0	8	15	25
9	2004	20	17	18	5	9	3	2	4	0	0	14	19
10	2005	20	18	20	15	1	6	8	0	3	10	8	29
Jumlah		180	184	190	116	40	40	26	7	17	71	128	179
Rerata		18	18	19	12	4	4	3	1	2	7	13	18

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.10 Data Total Curah Hujan Maksimum St. Bandar

No	Tahun	Total Curah Hujan Maksimum Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	90	86	73	77	35	68	38	0	0	65	64	63
2	1997	100	67	19	35	48	20	0	0	0	0	42	42
3	1998	39	56	71	37	29	60	94	0	35	35	85	36
4	1999	70	38	55	20	55	5	12	0	0	28	82	82
5	2000	45	90	53	52	45	8	0	5	3	105	63	42
6	2001	55	87	70	27	30	49	16	0	0	51	156	42
7	2002	42	93	46	136	13	0	0	0	0	0	20	90
8	2003	60	60	63	15	45	0	20	0	0	23	64	76
9	2004	50	35	30	32	34	2	27	0	0	0	35	106
10	2005	49	47	42	89	22	51	16	0	0	47	12	49
	Jumlah	600	659	522	520	356	263	223	5	38	354	623	628
	Rerata	60,0	65,9	52,2	52,0	35,6	26,3	22,3	0,5	3,8	35,4	62,3	62,8

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.11 Data Total Curah Hujan Maksimum St. Nawangan

No	Tahun	Total Curah Hujan Maksimum Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	42	98	86	86	31	33	14	7	1	61	89	98
2	1997	69	28	30	91	33	20	1	0	0	2	25	38
3	1998	45	67	47	59	38	57	31	14	11	57	53	35
4	1999	51	31	63	21	37	31	25	0	2	37	68	57
5	2000	35	89	69	75	25	77	0	1	85	85	54	37
6	2001	58	47	91	56	28	42	33	0	0	38	71	51
7	2002	71	75	45	53	2	0	0	0	0	0	17	41
8	2003	56	51	57	25	32	2	4	0	0	53	65	52
9	2004	54	35	31	23	18	2	34	0	0	2	55	96
10	2005	60	52	42	95	21	91	5	0	9	56	5	95
	Jumlah	541	573	561	584	265	355	147	22	108	391	502	600
	Rerata	54,1	57,3	56,1	58,4	26,5	35,5	14,7	2,2	10,8	39,1	50,2	60,0

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.12 Data Total Curah Hujan Maksimum St. Tegalombo

No	Tahun	Total Curah Hujan Maksimum Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	61	52	34	50	46	2	0	0	0	7	9	23
2	1997	36	43	68	26	13	77	47	3	49	32	69	23
3	1998	36	43	68	26	13	47	47	3	49	74	81	70
4	1999	62	63	88	96	37	10	2	0	0	43	66	66
5	2000	27	54	43	46	41	13	0	0	0	111	91	46
6	2001	121	85	44	42	28	20	21	0	0	58	100	56
7	2002	56	65	51	49	5	0	0	0	0	0	32	71
8	2003	75	102	72	57	9	5	3	0	2	29	71	52
9	2004	49	25	34	54	54	5	54	0	0	24	33	141
10	2005	18	49	43	56	26	56	9	1	6	56	43	89
Jumlah		541	581	545	502	272	235	183	7	106	434	595	637
Rerata		54,1	58,1	54,5	50,2	27,2	23,5	18,3	0,7	10,6	43,4	59,5	63,7

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

Tabel 4.13 Data Total Curah Hujan Maksimum St. Arjosari

No	Tahun	Total Curah Hujan Maksimum Bulanan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
1	1996	77	137	30	29	0	0	32	10	0	34	39	62
2	1997	49	39	26	27	36	7	0	0	0	0	12	22
3	1998	57	97	66	48	46	69	25	0	51	71	85	52
4	1999	75	31	94	48	77	6	0	0	0	19	57	89
5	2000	59	80	59	47	34	21	0	4	7	101	162	26
6	2001	94	111	116	13	7	27	23	0	0	84	91	84
7	2002	84	78	73	94	55	0	0	0	0	0	63	67
8	2003	128	74	52	17	17	2	0	0	0	27	85	78
9	2004	84	45	48	5	134	3	2	2	0	0	66	148
10	2005	78	57	54	49	3	59	37	0	16	51	17	112
Jumlah		785	749	618	377	409	194	119	16	74	387	677	740
Rerata		78,5	74,9	61,8	37,7	40,9	19,4	11,9	1,6	7,4	38,7	67,7	74,0

Sumber : Satgas PSDA Pacitan

4.1.2 Uji Konsistensi Data Hujan

Sebelum digunakan dalam analisa, data curah hujan terlebih dahulu diuji mengenai konsistensinya untuk mengetahui apakah data tersebut mengalami perubahan atau tidak yaitu dengan menggunakan metode kurva massa ganda (*double mass curve*). Data curah hujan tahunan jangka waktu yang panjang dari suatu stasiun penakar hujan dibandingkan dengan data curah hujan rata-rata sekelompok stasiun hujan dalam periode yang sama.

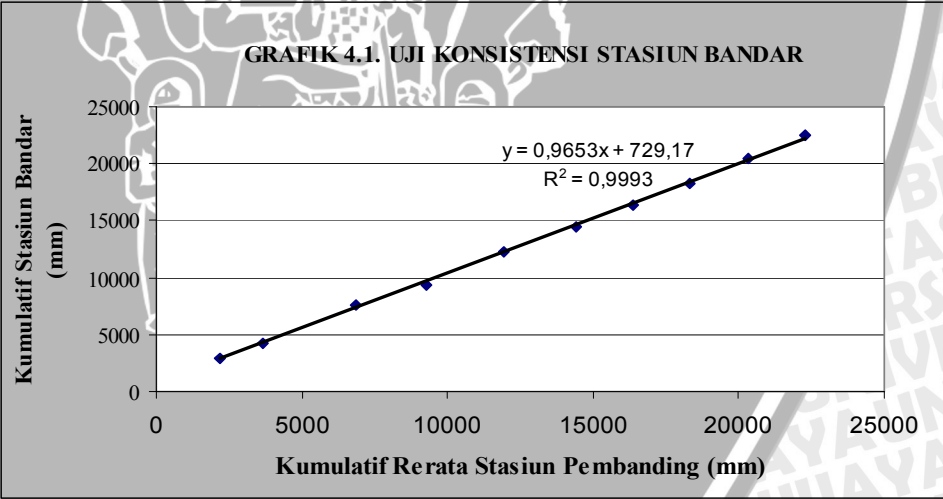
Untuk perhitungan uji konsistensi masing-masing stasiun hujan dapat dilihat pada Tabel 4.14 s/d 4.17 dan Gambar 4.1 s/d 4.4 sebagai berikut :



Tabel 4.14 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Bandar (mm)

No	Tahun	Stasiun Bandar (mm)	Kumulatif Sta Bandar (mm)	Stasiun Nawangan (mm)	Stasiun Tegalombo (mm)	Stasiun Arjosari (mm)	Rerata. Sta Pembanding (mm)	Kumulatif rerata. Sta Pembanding (mm)
1	1996	2949	2949	3293	1125	1906	2108	2108
2	1997	1279	4228	1486	2326	954	1589	3697
3	1998	3432	7660	3490	2927	3350	3256	6952
4	1999	1734	9394	2513	2237	2313	2354	9307
5	2000	2896	12290	3014	1988	2629	2544	11850
6	2001	2256	14546	2586	2015	2375	2325	14176
7	2002	1789	16335	1711	1901	2135	1916	16091
8	2003	1997	18332	2041	1909	2011	1987	18078
9	2004	2100	20432	2166	1815	1941	1974	20052
10	2005	2029	22461	2131	1527	1864	1841	21893

Sumber : Hasil Analisa

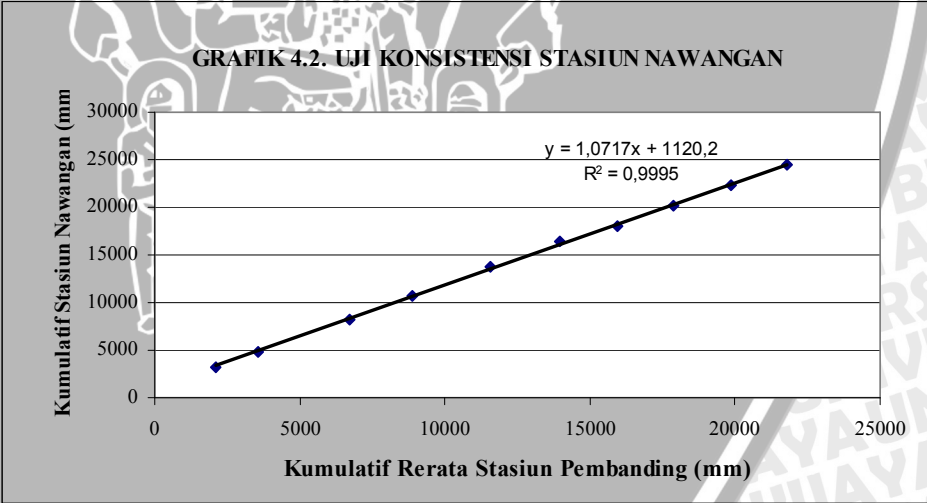


Gambar 4.1 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Bandar

Tabel 4.15 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Nawangan (mm)

No	Tahun	Stasiun Nawangan (mm)	Kumulatif Sta.Nawangan (mm)	Stasiun Bandar (mm)	Stasiun Tegalombo (mm)	Stasiun Arjosari (mm)	Rerata Sta. Pembanding (mm)	Kumulatif rerata Sta.Pembanding (mm)
1	1996	3293	3293	2949	1125	1906	1993	1993
2	1997	1486	4779	1279	2326	954	1520	3513
3	1998	3490	8269	3432	2927	3350	3236	6749
4	1999	2513	10782	1734	2237	2313	2095	8844
5	2000	3014	13796	2896	1988	2629	2504	11348
6	2001	2586	16382	2256	2015	2375	2215	13564
7	2002	1711	18093	1789	1901	2135	1942	15505
8	2003	2041	20134	1997	1909	2011	1972	17478
9	2004	2166	22300	2100	1815	1941	1952	19430
10	2005	2131	24431	2029	1527	1864	1807	21236

Sumber : Hasil Analisa

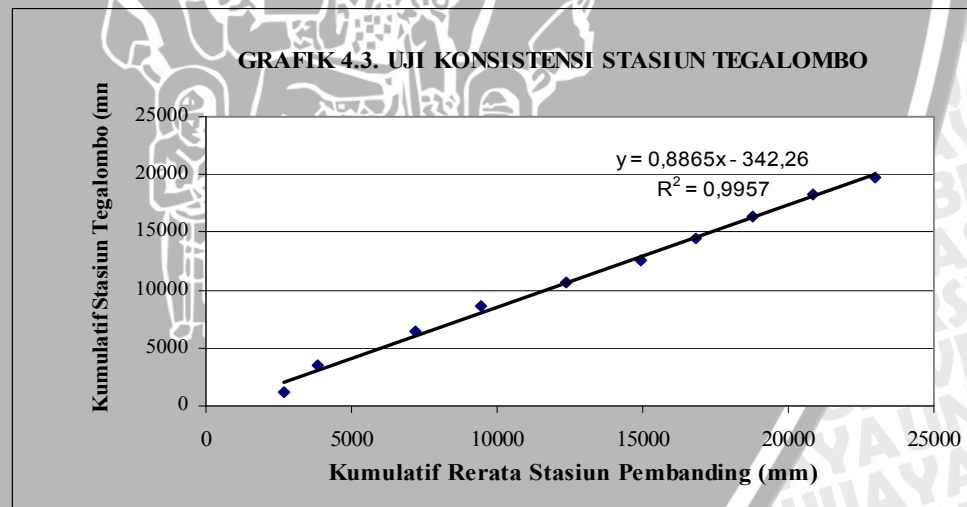


Gambar 4.2 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Nawangan

Tabel 4.16 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Tegalombo (mm)

No	Tahun	Stasiun Tegalombo (mm)	Kumulatif Sta.Tegalombo (mm)	Stasiun Bandar (mm)	Stasiun Nawangan (mm)	Stasiun Arjosari (mm)	Rerata Sta.Pembanding (mm)	Kumulatif rerata Sta.Pembanding (mm)
1	1996	1125	1125	2949	3293	1906	2716	2716
2	1997	2326	3451	1279	1486	954	1240	3956
3	1998	2927	6378	3432	3490	3350	3424	7380
4	1999	2237	8615	1734	2513	2313	2187	9566
5	2000	1988	10603	2896	3014	2629	2846	12413
6	2001	2015	12618	2256	2586	2375	2406	14818
7	2002	1901	14519	1789	1711	2135	1878	16697
8	2003	1909	16428	1997	2041	2011	2016	18713
9	2004	1815	18243	2100	2166	1941	2069	20782
10	2005	1527	19770	2029	2131	1864	2008	22790

Sumber : Hasil Analisa

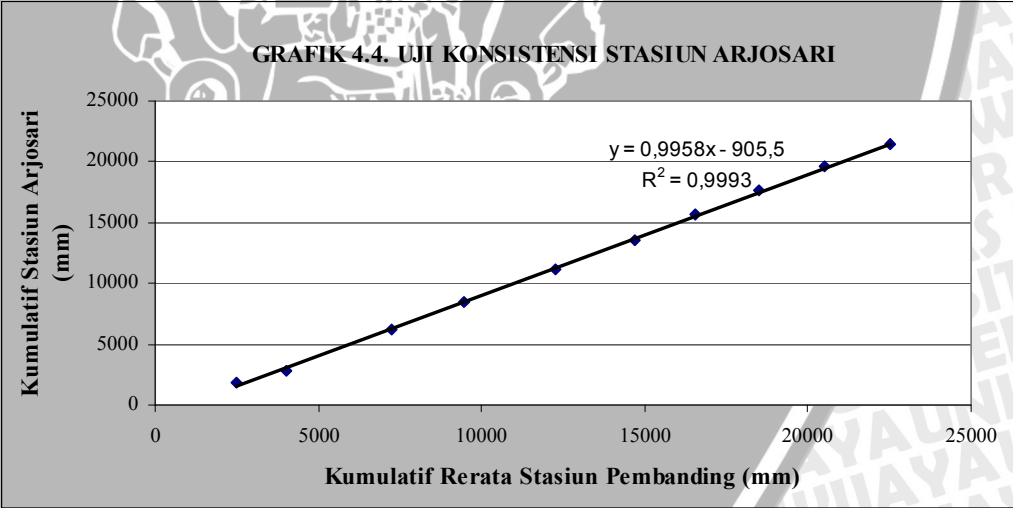


Gambar 4.3 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Tegalombo

Tabel 4.17 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Arjosari (mm)

No	Tahun	Stasiun Arjosari (mm)	Kumulatif Sta.Arjosari (mm)	Stasiun Bandar (mm)	Stasiun Nawangan (mm)	Stasiun Tegalombo (mm)	Rerata Sta.Pembanding (mm)	Kumulatif rerata Sta.Pembanding (mm)
1	1996	1906	1906	2949	3293	1125	2456	2456
2	1997	954	2860	1279	1486	2326	1697	4153
3	1998	3350	6210	3432	3490	2927	3283	7436
4	1999	2313	8523	1734	2513	2237	2161	9597
5	2000	2629	11152	2896	3014	1988	2633	12230
6	2001	2375	13527	2256	2586	2015	2286	14515
7	2002	2135	15662	1789	1711	1901	1800	16316
8	2003	2011	17673	1997	2041	1909	1982	18298
9	2004	1941	19614	2100	2166	1815	2027	20325
10	2005	1864	21478	2029	2131	1527	1896	22221

Sumber : Hasil Analisa



Gambar 4.4 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Arjosari

Dari hasil pengujian data curah hujan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa data dari empat stasiun hujan tersebut konsisten.

4.1.3 Curah Hujan Rerata Daerah

Melihat kondisi sub DAS Grindulu dengan jumlah stasiun pengamatan hujan sebanyak empat dengan letak yang tidak merata maka untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan yaitu dengan poligon *Thiessen*.

Cara ini didasarkan atas cara rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap penghubung antara empat pos penakar seperti Gambar 4.5. Besarnya nilai Bobot (W_i) dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perhitungan Nilai Bobot (W_i)

No	Stasiun	Luas (km^2)	Bobot (W_i)
1	Bandar	106,429	0,27315
2	Nawangan	96,376	0,24735
3	Tegalombo	120,095	0,30823
4	Arjosari	80,309	0,20612
Total		403,209	1

Sumber : Hasil Analisa

Langkah-langkah untuk mendapatkan curah hujan maksimum harian rata-rata daerah adalah sebagai berikut :

1. Tentukan salah satu stasiun penakar hujan saat terjadi curah hujan harian maksimum
2. Dicari besarnya curah hujan pada tanggal dan bulan yang sama untuk stasiun yang lain sesuai dengan tanggal dan bulan yang terjadi pada no.1
3. Dengan metode Thiessen hitung rata-rata curah hujan tersebut.
4. Tentukan curah hujan maksimum harian (seperti no.1) pada tahun yang sama untuk stasiun penakar hujan yang lain.
5. Ulangi langkah no.2 sampai no.3 untuk setiap stasiun
6. Dari hasil rata-rata Thiessen pilih salah satu yang tertinggi pada setiap tahun.

Contoh perhitungan tahun 1996 :

Curah hujan harian maksimum di Stasiun Bandar terjadi pada 6 Januari sebesar 90 mm, sedangkan curah hujan harian pada Stasiun Nawangan pada tanggal yang bersamaan adalah 36 mm, pada Stasiun Tegalombo 2 mm, pada Stasiun Arjosari 12 mm, maka nilai curah hujan rerata daerah sesuai rumus (2-3) adalah :

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i d_i}{A_i} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i d_i}{A}$$

$$\text{Dimana : } W_1, W_2, \dots, W_n = \frac{A_1}{A}, \frac{A_2}{A}, \dots, \frac{A_n}{A}$$

$$\begin{aligned} d &= W_1 \cdot d_1 + W_2 \cdot d_2 + W_3 \cdot d_3 + W_4 \cdot d_4 \\ &= 0,27315 \cdot 90 + 0,24735 \cdot 36 + 0,30823 \cdot 2 + 0,20612 \cdot 12 \\ &= 35,529 \text{ mm} \end{aligned}$$

Seterusnya dengan cara yang sama dihitung pada tahun yang sama berdasarkan curah hujan maksimum Stasiun Nawangan, Stasiun Tegalombo, Stasiun Arjosari. Dari hasil perhitungan tersebut diambil nilai maksimum untuk setiap tahunnya.

Data curah hujan yang terpilih setiap tahun ini merupakan curah hujan rerata daerah. Perhitungan curah hujan rerata daerah selengkapnya disajikan pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tabel 4.19 Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Tanggal	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)			
		St. Bandar	St. Nawangan	St. Tegalombo	St.Arjosari
1996	06-Jan	90	36	2	12
	06-Feb	86	98	4	3
	08-Jan	35	37	61	0
	12-Feb	18	17	8	137
1997	14-Jan	100	69	0	17
	30-Apr	27	91	2	16
	16-Jun	0	0	77	0
	04-Jan	10	27	0	49
1998	14-Jul	94	0	20	0
	23-Feb	8	67	0	43
	17-Nop	85	53	81	39
	21-Feb	56	15	33	97
1999	25-Nop	82	54	66	34
	04-Nop	20	68	25	57
	02-Apr	0	7	96	17
	14-Mar	0	35	28	94
2000	18-Okt	105	85	111	101
	23-Feb	33	89	49	80
	18-Okt	105	85	111	101
	13-Nop	60	10	6	162
2001	17-Nop	156	19	55	72
	12-Mar	0	91	44	116
	06-Jan	55	0	121	39
	12-Mar	0	91	44	116
2002	01-Apr	136	45	31	94
	15-Feb	20	75	21	9
	7-Dec	3	41	71	7
	01-Apr	136	45	31	94
2003	9-Dec	76	40	27	14
	17-Nop	15	65	0	1
	01-Feb	10	51	102	39
	23-Jan	18	56	25	128
2004	3-Dec	106	95	141	148
	3-Dec	106	95	141	148
	3-Dec	106	95	141	148
	3-Dec	106	95	141	148
2005	01-Apr	89	95	56	49
	01-Apr	89	95	56	49
	21-Dec	35	21	89	49
	11-Dec	49	95	36	112

Sumber : Hasil Analisa

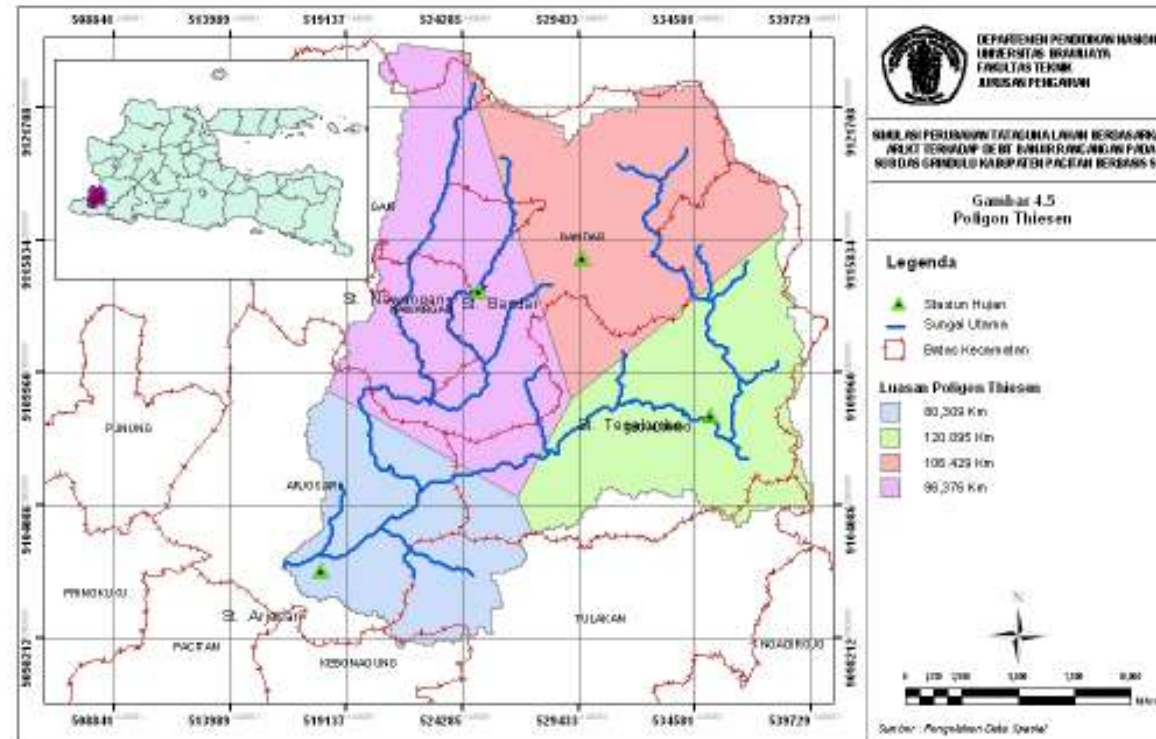


Tabel 4.20 Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah

Tahun	CH x Koefisien Thiessen				Jumlah	CH rerata Daerah
	St. Bandar	St. Nawangan	St. Tegalombo	St.Arjosari		
1996	24,122	8,482	0,606	2,319	35,529	47,931
	23,050	23,089	1,212	0,580	47,931	
	9,381	8,717	18,489	0,000	36,587	
	4,824	4,005	2,425	26,480	37,734	
1997	26,802	16,256	0,000	3,286	46,344	46,344
	7,237	21,439	0,606	3,093	32,375	
	0,000	0,000	23,338	0,000	23,338	
	2,680	6,361	0,000	9,471	18,512	
1998	25,194	0,000	6,062	0,000	31,256	67,357
	2,144	15,785	0,000	8,311	26,240	
	22,782	12,487	24,551	7,538	67,357	
	15,009	3,534	10,002	18,749	47,294	
1999	21,978	12,722	20,004	6,572	61,276	61,276
	5,360	16,021	7,577	11,017	39,976	
	0,000	1,649	29,097	3,286	34,032	
	0,000	8,246	8,487	18,169	34,901	
2000	28,142	20,026	33,644	19,522	101,333	101,333
	8,845	20,968	14,852	15,463	60,127	
	28,142	20,026	33,644	19,522	101,333	
	16,081	2,356	1,819	31,312	51,568	
2001	41,812	4,476	16,670	13,916	76,875	76,875
	0,000	21,439	13,336	22,421	57,197	
	14,741	0,000	36,674	7,538	58,954	
	0,000	21,439	13,336	22,421	57,197	
2002	36,451	10,602	9,396	18,169	74,618	74,618
	5,360	17,670	6,365	1,740	31,135	
	0,804	9,660	21,520	1,353	33,336	
	36,451	10,602	9,396	18,169	74,618	
2003	20,370	9,424	8,184	2,706	40,683	53,149
	4,020	15,314	0,000	0,193	19,528	
	2,680	12,016	30,916	7,538	53,149	
	4,824	13,194	7,577	24,740	50,336	
2004	28,410	22,382	42,736	28,606	122,135	122,135
	28,410	22,382	42,736	28,606	122,135	
	28,410	22,382	42,736	28,606	122,135	
	28,410	22,382	42,736	28,606	122,135	
2005	23,854	22,382	16,973	9,471	72,680	72,680
	23,854	22,382	16,973	9,471	72,680	
	9,381	4,948	26,975	9,471	50,775	
	13,133	22,382	10,911	21,648	68,074	

Sumber : Hasil Analisa





Gambar 4.5 Poligon Thiessen Stasiun Hujan Sub DAS Grindulu

4.1.4 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

4.1.4.1 Pemilihan Metode Distribusi Frekuensi

Sebelum dilakukan perhitungan curah hujan rancangan terlebih dahulu harus dihitung besarnya parameter statistik yaitu Cs dan Ck dari curah hujan rerata daerah maksimum dengan tujuan untuk mengetahui frekuensi apa yang paling sesuai. Perhitungan parameter statistik diberikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Perhitungan Parameter Statistik

No	Tahun	X	Peluang	X - Xr	(X-Xr) ³	(X-Xr) ⁴
1	1997	46,344	9,09	-26,0258	-17628,374	458792,545
2	1996	47,931	18,18	-24,4388	-14596,194	356713,470
3	2003	53,149	27,27	-19,2208	-7100,916	136485,288
4	1999	61,276	36,36	-11,0938	-1365,341	15146,815
5	1998	67,357	45,45	-5,0128	-125,962	631,425
6	2005	72,680	54,55	0,3102	0,030	0,009
7	2002	74,618	63,64	2,2482	11,363	25,547
8	2001	76,875	72,73	4,5052	91,441	411,961
9	2000	101,333	81,82	28,9632	24296,271	703697,767
10	2004	122,135	90,91	49,7652	123247,257	6133424,380
					Σ = 106829,5749	Σ = 7805329,2061
Xrerata	=	72,369800				
Sd	=	23,881947				
Cs	=	1,089306				
Ck	=	4,7608202				

Sumber : Hasil Analisa

Dari Tabel 4.21. dapat diketahui besar nilai Cs, Ck dan Standar Deviasi sebagai berikut :

Standar Deviasi = 23,8819

Skewness (Cs) = $\frac{n \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$ = $\frac{10x(106829,5749)}{9x8x(23,8819^3)}$ = 1,0893

Kurtosis (Ck) = $\frac{n^2 \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$ = $\frac{10^2 x(7805329,2061)}{9x8x7x(23,8819^4)}$ = 4,7608

Berdasarkan Tabel 4.21. nilai Cs dan Ck tidak memenuhi persyaratan Gumbel maupun Normal, sehingga metode frekuensi yang dapat digunakan adalah metode Log Pearson Type III.

4.1.4.2 Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III

Contoh langkah-langkah perhitungan curah hujan rancangan dengan metode Log Pearson III untuk kala ulang 1,01 tahun adalah sebagai berikut :

1. Mengubah data curah hujan harian maksimum tahunan dalam bentuk logaritma.
2. Menghitung nilai rerata logaritma :

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}Xi}{n} = \frac{18,400}{10} = 1,8400$$

3. Menghitung besarnya simpangan baku (standar deviasi) :

$$S\overline{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}Xi - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1}} = 0,1349$$

4. Menghitung koefisien kemencengan :

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log}Xi - \overline{\text{Log}X})^3}{(n-1)(n-2)S^3 \overline{\text{Log}X}} = \frac{10 \times 0,0087}{(10-1)(10-2)0,1349^3} = 0,4951$$

5. Menghitung logaritma curah hujan rancangan dengan periode ulang 1,01 th :

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log}X} + K \cdot S \overline{\text{Log}X}$$

$$\text{Log } X = 1,8400 + (-1,9586 \times 0,1349)$$

$$\text{Log } X = 1,5759$$

$$X_{1,01\text{th}} = 37,6577$$

dengan :

K = faktor sifat distribusi Log Person Tipe III yang merupakan fungsi koefisien kemencengan (Cs) terhadap kala ulang atau probabilitas (P) ditentukan dari tabel dengan nilai Cs positif

Maka, nilai curah hujan rancangan dengan periode ulang 1,01 th = 37,6577 mm

Perhitungan curah hujan rancangan dengan metode Log Person III selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :



Tabel 4.22 Log Person III

No.	Tahun	Xi (mm)	P (%)	Log Xi	Log Xi - Log Xr	(Log Xi - Log Xr)3
1	1997	46,344	9,09	1,6660	-0,1740	-0,0053
2	1996	47,931	18,18	1,6806	-0,1594	-0,0041
3	2003	53,149	27,27	1,7255	-0,1145	-0,0015
4	1999	61,276	36,36	1,7873	-0,0528	-0,0001
5	1998	67,357	45,45	1,8284	-0,0117	0,0000
6	2005	72,680	54,55	1,8614	0,0214	0,0000
7	2002	74,618	63,64	1,8728	0,0328	0,0000
8	2001	76,875	72,73	1,8858	0,0457	0,0001
9	2000	101,333	81,82	2,0058	0,1657	0,0046
10	2004	122,135	90,91	2,0868	0,2468	0,0150
Jumlah		723,6980		18,4004		0,0087
Rerata		72,3698		1,8400		
Stand. Dev		23,8819		0,1349		

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.23 Perhitungan Curah Hujan Rancangan dengan Berbagai Kala Ulang

No	Tr (tahun)	R rata-rata (Log)	Std Deviasi (log)	Kemencengan (Cs)	Peluang (%)	K	Curah Hujan Rancangan	
							Log	mm
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
1	1,01	1,8400	0,1349	0,4951	99	-1,9586	1,5759	37,6577
2	2	1,8400	0,1349	0,4951	50	-0,0822	1,8290	67,4463
3	5	1,8400	0,1349	0,4951	20	0,8084	1,9491	88,9366
4	10	1,8400	0,1349	0,4951	10	1,3227	2,0185	104,3405
5	20	1,8400	0,1349	0,4951	5	1,8109	2,0843	121,4231
6	25	1,8400	0,1349	0,4951	4	1,9085	2,0975	125,1616
7	50	1,8400	0,1349	0,4951	2	2,3085	2,1514	141,7187
8	100	1,8400	0,1349	0,4951	1	2,6825	2,2019	159,1732
9	1000	1,8400	0,1349	0,4951	0,1	3,8031	2,3530	225,4359

Sumber : Hasil Analisa

Keterangan :

[1] = Nomor

[2] = Kala Ulang

[3] = $(\sum \log Xi)/n$

$$[4] = \left(\frac{\sum (\log Xi - \log \bar{X})}{(n - 1)} \right)^{0,5}$$

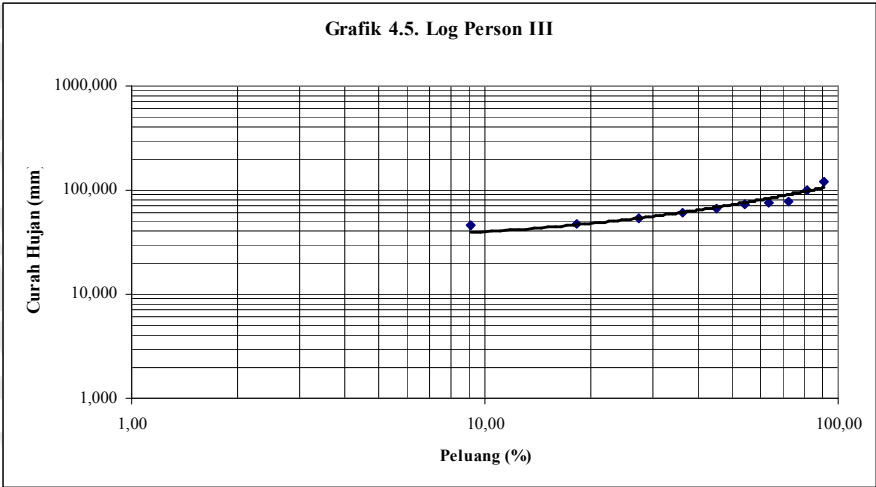
$$[5] = \frac{n \cdot \sum (\log Xi - \log \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)(S \cdot \log \bar{X})^3}$$

[6] = $(1/Tr) \cdot 100$

[7] = Tabel faktor sifat distribusi log person III berdasarkan nilai Cs dan peluang atau kala ulang

$$[8] = \log \bar{X} + K \cdot S \log \bar{X}$$

[9] = Antilog dari logX



Gambar 4.6 Grafik Log Pearson III

4.1.5 Uji Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian distribusi dimaksudkan untuk mengetahui apakah distribusi yang dipilih dapat digunakan atau tidak, untuk serangkaian data yang tersedia. Dalam studi ini, untuk keperluan analisis uji kesesuaian distribusi digunakan dua metode statistik, yaitu Uji *Chi Square* dan Uji *Smirnov Kolmogorov*.

4.1.5.1 Uji *Chi Square*

Uji *Chi Square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 . Parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus (Soewarno, 1995:194) :

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dengan :

χ_h^2 = parameter *Chi Square* terhitung

G = jumlah sub grup

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub grup ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub grup ke i

Adapun langkah-langkah perhitungan dari uji *Chi Square* adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995:194) :

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)

2. Kelompokkan data menjadi G sub grup dengan persamaan *Struges* :

$$\Sigma \text{ kelas} = 1 + 3,322 \log n = 1 + 3,322. \log 10 = 4,22$$

Maka data dibagi menjadi 4 sub grup

$$\text{Sehingga interval untuk masing-masing kelas} = 25 \% = 0,25$$

3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap subgrup

4. Menghitung frekuensi teoritis E_i

$$E_i = \frac{\Sigma \text{data}}{\Sigma \text{kelas}} = \frac{10}{4} = 2,5$$

5. Tiap-tiap subgrup hitung nilai :

$$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{(3 - 2,5)^2}{2,5} = 0,1$$

$$6. \text{ Menghitung } \chi^2_{\text{hitung}} = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0,4$$

7. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$

8. Menentukan χ^2_{tabel} dari tabel nilai χ^2 kritis untuk Uji *Chi Square* dengan derajat kepercayaan (α) dan derajat kebebasan (dk)

$$\alpha = 5 \% \text{ dan } dk = 1 \longrightarrow \chi^2_{\text{tabel}} = 3,841$$

9. Menyimpulkan hasil perhitungan:

$$\chi^2_{\text{hit}} < \chi^2_{\text{tabel}} \text{ maka distribusi terpenuhi}$$

Perhitungan Uji *Chi Square* dapat dilihat pada tabel, berikut :

Tabel 4.24 Rekapitulasi Curah Hujan Untuk Masing-Masing Kelas

No.	P (%)	X _{rerata} (log)	Stadart Deviasi (log)	Kemencengan (Cs)	Pr (%)	K (tabel)	Curah Hujan Rancangan	
							Log	mm
1	25	1,8400	0,1349	0,4951	75	-0,7270	1,7420	55,206
2	50	1,8400	0,1349	0,4951	50	-0,0822	1,8290	67,446
3	75	1,8400	0,1349	0,4951	25	0,6600	1,9291	84,930

Sumber: Hasil Analisa

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + K \cdot \overline{S \log X}$$

$$\text{Log } X = 1,8400 + K \cdot 0,1349$$

Nilai K dicari pada tabel menurut nilai peluang.

Tabel 4.25 Perhitungan Uji Distribusi *Chi Square* (χ^2)

No.	Kelas	Batas Kelas		Frekuensi Teoritis (Ej)	Frekuensi Pengamatan (Oj)	X^2_{hit} (mm)
		(%)	(mm)			
1	I	0 - 25	0 - 55,206	2,5	3	0,1
2	II	25 - 50	55,206 - 67,446	2,5	2	0,1
3	III	50 - 75	67,446 - 84,930	2,5	3	0,1
4	IV	75 ~	84,930 ~	2,5	2	0,1
Jumlah					10	0,1

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4.26 Keputusan Uji *Chi Square*

No.	α	X^2_{tabel}	X^2_{hit}	Keterangan	
1	1%	6,635	0,4	$X^2_{\text{hit}} < X^2_{\text{tabel}}$	Distribusi dapat diterima
2	5%	3,841	0,4	$X^2_{\text{hit}} < X^2_{\text{tabel}}$	Distribusi dapat diterima

Sumber : Hasil Analisa

4.1.5.2 Uji *Smirnov Kolmogorof*

Uji *Smirnov Kolmogorov* digunakan untuk membandingkan peluang yang paling maksimum antara distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut Δ_{maks} .

Langkah-langkah perhitungan uji Smirnov Kolmogorov adalah sebagai berikut :

- 1. Data diurutkan dari kecil ke besar
- 2. Menghitung peluang empiris (Pe) dengan rumus Weibull (Soewarno, 1995 : 114) :

$$Pe = \frac{m}{n + 1} = \frac{1}{10 + 1} = 0,0909$$

- 3. Menghitung peluang teoritis (Pt) dengan rumus:

$$Pt = 1 - Pr$$

$$Pt = 1 - 0,9133 = 0,0867$$

Dengan : Pr = probabilitas yang terjadi

- 4. Menghitung simpangan maksimum (Δ_{maks}) dengan rumus:



$$\Delta = |Pt - Pe| = |0,0867 - 0,0909|$$

$$\Delta = 0,0043$$

- Menentukan nilai Δ_{tabel} berdasarkan derajat kepercayaan (α) dari tabel nilai Δ Kritis untuk Uji *Smirnov-Kolmogorof*.
- Menyimpulkan hasil perhitungan, yaitu apabila $\Delta_{\text{maks}} < \Delta_{\text{tabel}}$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, dan apabila $\Delta_{\text{maks}} > \Delta_{\text{tabel}}$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Perhitungan Uji *Smirnov-Kolmogorof* dapat dilihat pada tabel, berikut :

Tabel 4.27 Uji Smirnov Kolmogorof

No	Xi (mm)	Log Xi	Pe	K	Pr	Pt	[Pt - Pe]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1	46.344	1.6660	0.0909	-1.2904	0.9133	0.0867	0.0043
2	47.931	1.6806	0.1818	-1.1819	0.8904	0.1096	0.0722
3	53.149	1.7255	0.2727	-0.8492	0.7974	0.2026	0.0701
4	61.276	1.7873	0.3636	-0.3911	0.6198	0.3802	0.0166
5	67.357	1.8284	0.4545	-0.0864	0.5017	0.4983	0.0438
6	72.680	1.8614	0.5455	0.1585	0.4189	0.5811	0.0356
7	74.618	1.8728	0.6364	0.2432	0.3904	0.6096	0.0268
8	76.875	1.8858	0.7273	0.3391	0.3581	0.6419	0.0854
9	101.333	2.0058	0.8182	1.2285	0.1183	0.8817	0.0635
10	122.135	2.0868	0.9091	1.8297	0.0481	0.9519	0.0428
Jumlah		18.4004				$\Delta \text{ max} =$	0.0854
Rerata(LogX)		1.8400					
(SLogX)		0.1349					
Cs		0.4951					

Sumber : Hasil Analisa

Keterangan :

- | | |
|-----------------|--|
| [1] = Nomor | [5] = $(\text{Log Xi} - \overline{\text{LogXi}}) / S\overline{\text{LogXi}}$ |
| [2] = Data | [6] = probabilitas yang terjadi (interpolasi nilai Cs dan K) |
| [3] = Log Xi | [7] = 1 - [6] |
| [4] = [1]/(n+1) | [8] = [7] - [4] |

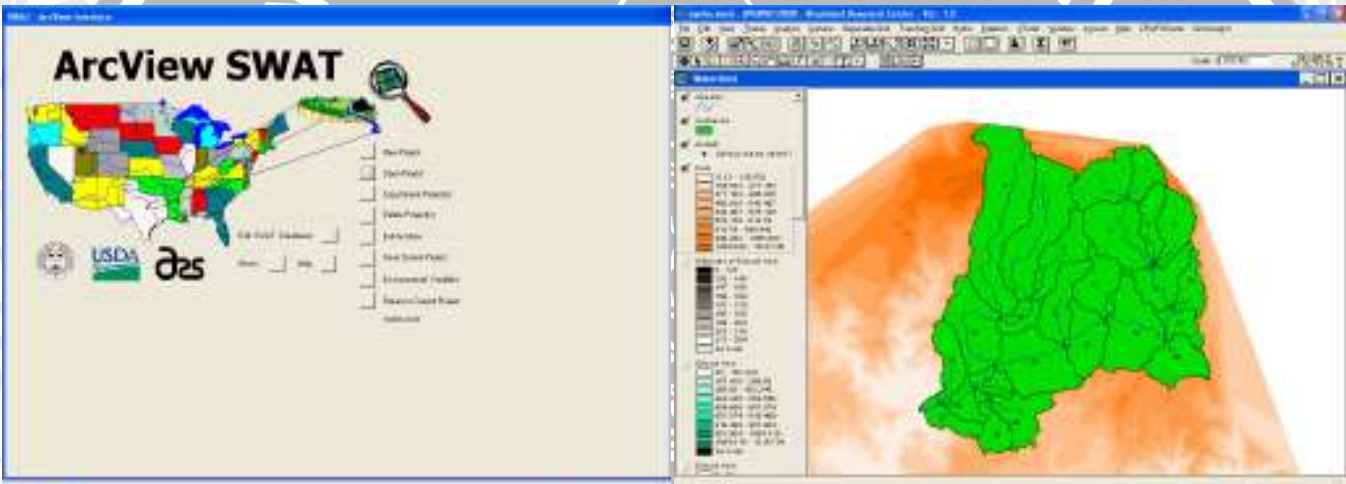
Tabel 4.28 Keputusan Uji *Smirnov Kolmogorof*

α	Δ_{kritis}	Δ_{max}	Keterangan
0.05	0.41	0.0854	Distribusi dapat diterima
0.01	0.49	0.0854	Distribusi dapat diterima

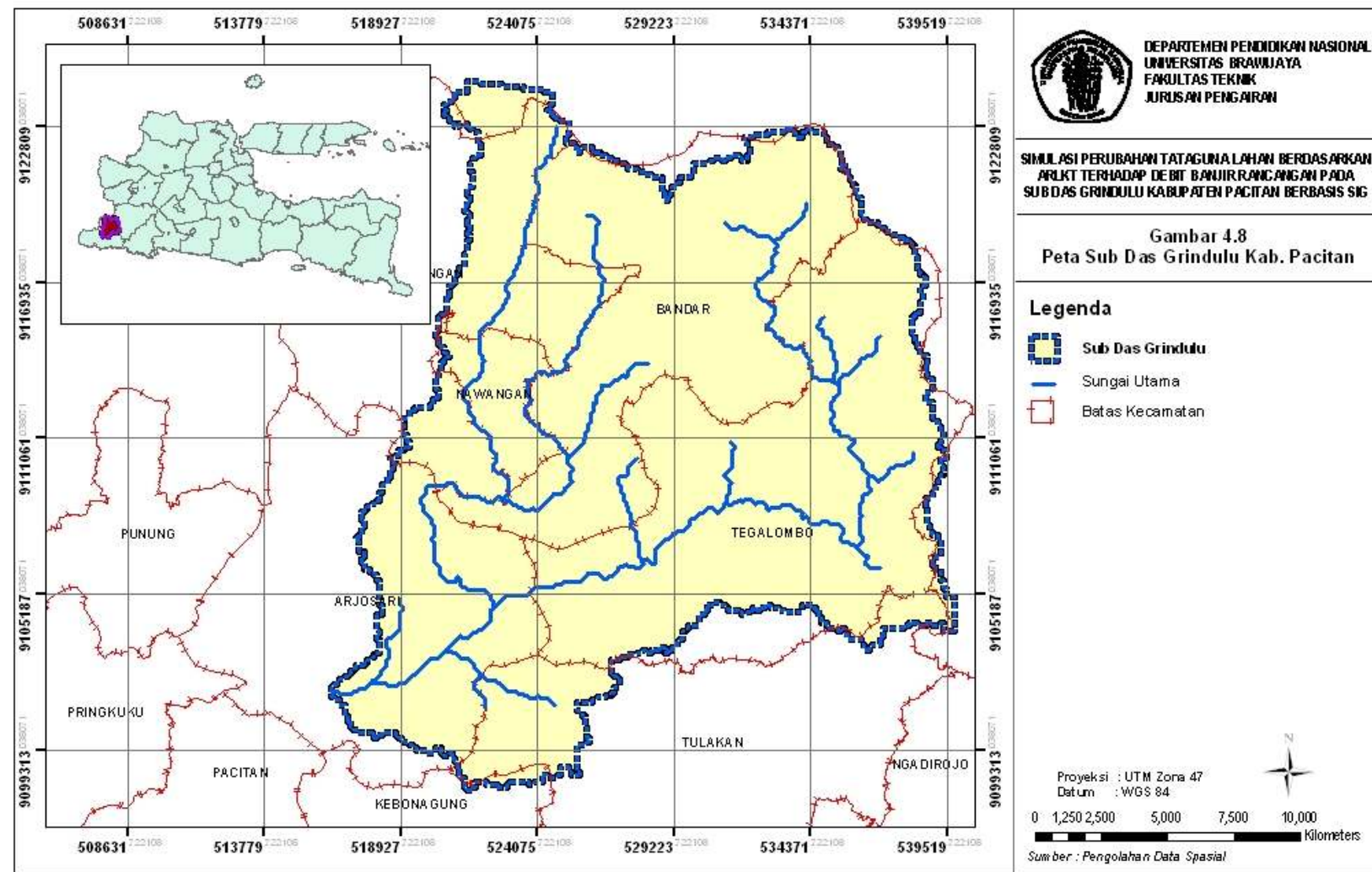
Sumber : Hasil Analisa

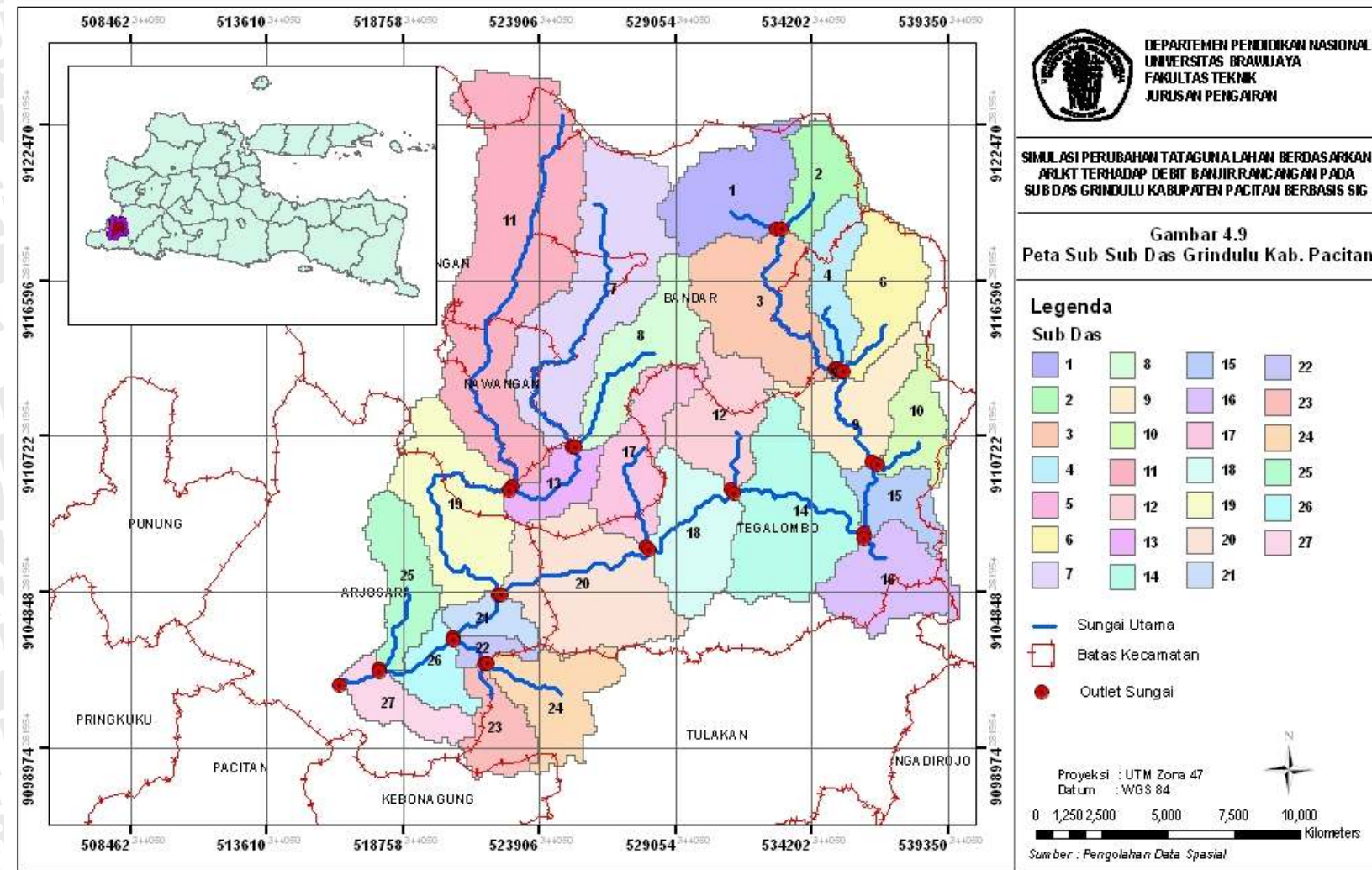
4.2 Penggambaran Peta Sub DAS Grindulu

Peta Sub DAS Grindulu digambarkan dengan metode pengolahan DEM (*Digital Elevation Model*). Dalam pemodelan DAS diperlukan *extension* tambahan di *ArcView* yaitu AVSWAT2000. Dengan AVSWAT2000, maka dapat diketahui bagaimana pembagian sub-sub DAS Grindulu lengkap dengan letak *outlet* dan jaringan sungainya. Pada tiap sub-sub DAS Grindulu dilengkapi dengan data atribut, antara lain : panjang dan kemiringan sungai, kemiringan lereng, elevasi maksimum dan minimum sungai. Sehingga, dengan menggunakan AVSWAT2000 dapat memudahkan dalam melakukan analisa selanjutnya.



Gambar 4.7 Bentuk Tampilan AVSWAT2000





4.3 Analisa Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah debit banjir terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan terjadi yang tertentu, atau debit dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Sub DAS Grindulu merupakan Sub DAS yang tidak terukur (*ungauged catchment area*), sehingga data debit tidak tersedia dalam daerah studi. Oleh karena itu, dalam studi ini penentuan debit banjir rancangan dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dan Metode Rasional Modifikasi. Dimana pendekatan tersebut akan dipilih yang sesuai dengan karakteristik banjir di daerah studi.

4.3.1 Analisa Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

4.3.1.1 Distribusi Hujan Jam-Jaman

Untuk menghitung debit banjir rancangan dengan cara hidrograf satuan memerlukan distribusi hujan jam-jaman dengan suatu interval tertentu. Pada umumnya data hujan yang tersedia pada stasiun meteorologi adalah data hujan harian, artinya data hujan yang tercatat secara komulatif selama 24 jam. Apabila data hujan jam-jaman tidak tersedia, maka pola distribusi hujan jam-jaman dapat dilakukan dengan menggunakan sebaran hujan jam-jaman, yaitu dengan rumus Mononobe :

1. Rata-rata hujan sampai jam ke-T

$$R_t = \frac{R_{24} \left(\frac{t}{T_c} \right)^{2/3}}{t}$$

dengan :

R_t = rata-rata hujan sampai jam ke-T (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

t = lama waktu hujan (jam), diasumsi durasi hujan selama 6 jam (hujan terpusat untuk daerah Indonesia rata-rata 6 jam)

T_c = waktu konsentrasi hujan (jam)

Maka :

$$\text{Jam ke-1} \quad R_1 = \frac{R_{24} \left(\frac{6}{1} \right)^{2/3}}{6} = 0,550 R_{24}$$

$$\text{Jam ke-2} \quad R_2 = \frac{R_{24} \left(\frac{6}{2} \right)^{2/3}}{6} = 0,347 R_{24}$$

$$\text{Jam ke-3} \quad R_3 = \frac{R_{24} \left(\frac{6}{3} \right)^{2/3}}{6} = 0,265 R_{24}$$

$$\text{Jam ke-4} \quad R_4 = \frac{R_{24} \left(\frac{6}{4} \right)^{2/3}}{6} = 0,218 R_{24}$$

$$\text{Jam ke-5} \quad R_5 = \frac{R_{24} \left(\frac{6}{5} \right)^{2/3}}{6} = 0,188 R_{24}$$

$$\text{Jam ke-6} \quad R_6 = \frac{R_{24} \left(\frac{6}{6} \right)^{2/3}}{6} = 0,167 R_{24}$$

2. Distribusi hujan jam-jaman dihitung dengan rumus :

$$R_T = t.R_t - [(t-1)R_{t-1}]$$

dengan:

R_T = prosentase intensitas (%)

t = lama waktu hujan (jam), diasumsi durasi hujan selama 6 jam (hujan terpusat untuk daerah Indonesia rata-rata 6 jam)

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Jam ke-1,} \quad R_1 &= t.R_1 - (t-1)R_{1-1} \\ &= 1,0,550R_{24} - (1-1)R_0 = 0,550.100\% = 55\% \end{aligned}$$

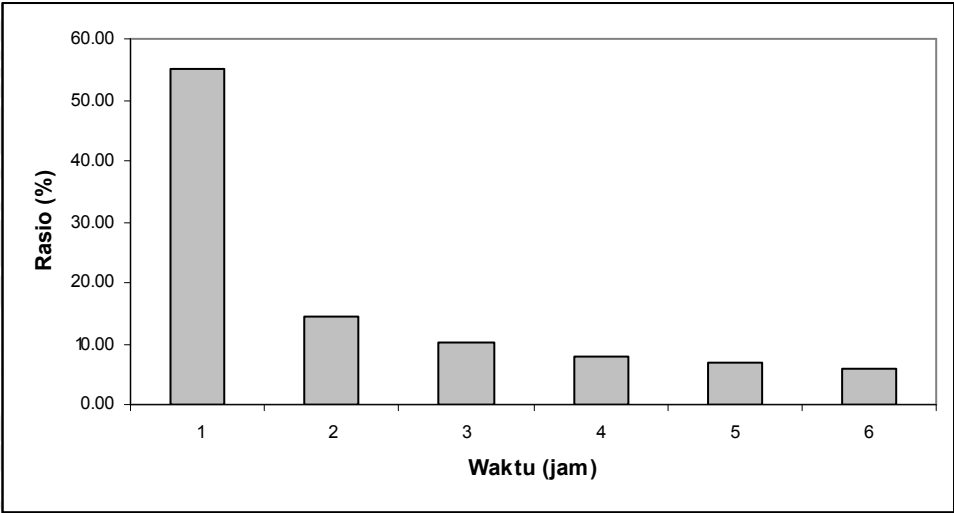
$$\begin{aligned} \text{Jam ke-2,} \quad R_2 &= t.R_2 - (t-1)R_{2-1} \\ &= 2,0,347R_{24} - (2-1)R_1 = 0,143.100\% = 14,30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke-3,} \quad R_3 &= t.R_3 - (t-1)R_{3-1} \\ &= 3,0,265R_{24} - (3-1)R_2 = 0,100.100\% = 10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke-4,} \quad R_4 &= t.R_4 - (t-1)R_{4-1} \\ &= 4,0,218R_{24} - (4-1)R_3 = 0,079.100\% = 7,99\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke-5,} \quad R_5 &= t.R_5 - (t-1)R_{5-1} \\ &= 5,0,167R_{24} - (5-1)R_4 = 0,067.100\% = 6,75\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam ke-6,} \quad R_6 &= t.R_6 - (t-1)R_{6-1} \\ &= 6,0,167R_{24} - (6-1)R_5 = 0,059.100\% = 5,90\% \end{aligned}$$



Gambar 4.10 Grafik Distribusi Hujan Jam-jaman

4.3.1.2 Koefisien Pengaliran

Nilai koefisien pengaliran (C) yang besar menunjukkan jumlah limpasan permukaan yang terjadi pada lahan tersebut besar, dengan kata lain kondisi tata air dan tata guna lahan pada lahan tersebut rusak. Sebaliknya nilai koefisien pengaliran yang kecil menunjukkan jumlah limpasan permukaan yang terjadi pada lahan tersebut kecil, dengan kata lain jumlah air yang meresap ke dalam tanah dan memberikan kontribusi (*recharge*) air tanah besar.

Dalam studi ini, besarnya nilai koefisien pengaliran berdasarkan kondisi tata guna lahan eksisting pada sub DAS Grindulu dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.29 Koefisien Pengaliran Sub DAS Grindulu

Tata Guna Lahan	Luas (km2)	Luas (ha)	Prosentase(%)	Nilai C
Hutan	15.958	1595.817	3.958	0.20
Kebun / Perkebunan	32.068	3206.836	7.953	0.50
Pemukiman	33.059	3305.927	8.199	0.75
Sawah Tadah Hujan	130.717	13071.702	32.419	0.30
Semak Belukar	106.040	10604.026	26.299	0.35
Tegalan / Ladang	85.366	8536.641	21.172	0.45
Total	403.209	40320.9485	100	

Sumber : Hasil Analisa

Perhitungan debit banjir rancangan untuk menentukan indeks erosivitas permukaan (Rw) dilakukan pada tiap sub-sub DAS Grindulu. Tiap sub-sub DAS Grindulu memiliki beberapa tata guna lahan, sehingga memiliki nilai koefisien pengaliran yang berbeda-beda. Untuk menentukan koefisien pengaliran pada tiap sub-sub DAS Grindulu, maka digunakan rumus berikut :



$$C_m = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + + C_n.A_n}{A_1 + A_2 + + A_n}$$

Contoh perhitungan sbb :

Diketahui :

Sub-sub DAS 1, dengan keterangan ditabelkan sbb :

Tabel 4.30 Tata guna lahan dan nilai C di sub-sub DAS 1

No.	Tata Guna Lahan	Luas (ha)	Nilai C
1	Semak Belukar	40.606	0.35
2	Hutan	337.661	0.20
3	Kebun/Perkebunan	85.066	0.50
4	Pemukiman	203.899	0.75
5	Sawah Tadah Hujan	741.875	0.30
6	Tegalan/Ladang	239.556	0.45
	Total	1648.662	

Sumber : Hasil Analisa

Maka nilai C_{rerata} adalah :

$$\frac{(0,35 \times 40,606) + (0,2 \times 337,661) + (0,5 \times 85,066) + (0,75 \times 203,899) + (0,3 \times 741,875) + (0,45 \times 239,556)}{40,606 + 337,661 + 85,066 + 203,899 + 741,875 + 239,556}$$

$$C_{rerata} = \frac{607,564}{1648,662} = 0,369$$

Hasil perhitungan koefisien pengaliran (C) tiap sub-sub DAS Grindulu, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.31 Nilai Koefisien Pengaliran (C) sub-sub DAS Grindulu

Sub-sub DAS	C_{rerata}
1	0,369
2	0,374
3	0,380
4	0,399
5	0,441
6	0,362
7	0,386
8	0,370
9	0,457
10	0,495
11	0,376
12	0,392
13	0,394
14	0,451
15	0,473
16	0,456
17	0,360
18	0,414

Sub-sub DAS	Crerata
19	0,382
20	0,384
21	0,356
22	0,388
23	0,404
24	0,377
25	0,371
26	0,367
27	0,411

Sumber : Hasil Analisa

4.3.1.3 Hujan Efektif

Hujan efektif adalah bagian hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (*direct run off*). Limpasan langsung ini terdiri dari limpasan permukaan (*surface run off*) dan *interflow* (aliran yang masuk ke dalam lapisan tipis di bawah permukaan tanah dengan permeabilitas rendah, yang keluar lagi di tempat yang lebih rendah dan berubah menjadi limpasan permukaan).

Dengan menganggap bahwa proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung mengikuti proses linier dan tidak berubah oleh waktu, maka hujan netto (Rn) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R_n = C \times R$$

Contoh perhitungan sbb :

Diketahui :

Sub-sub DAS 1 :

Nilai C = 0,369

R = 37,6577 mm

Maka :

Rn = 0,369x 37,6577

Rn = 13,88 mm

Hasil perhitungan hujan efektif pada tiap sub-sub DAS Grindulu dengan kala ulang 1,01 th dapat dilihat pada tabel berikut :



Tabel 4.32 Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam-jaman tiap sub-sub DAS Grindulu

Sub-sub DAS	Hujan Efektif (mm)	Distribusi Hujan jam-jaman					
		0.550	0.143	0.100	0.080	0.067	0.059
		Hujan Netto Jam-jaman (mm)					
1	13.88	7.64	1.99	1.39	1.11	0.94	0.82
2	14.07	7.74	2.01	1.41	1.12	0.95	0.83
3	14.32	7.88	2.05	1.44	1.14	0.97	0.84
4	15.02	8.27	2.15	1.51	1.20	1.01	0.89
5	16.62	9.14	2.38	1.67	1.33	1.12	0.98
6	13.61	7.49	1.95	1.37	1.09	0.92	0.80
7	14.54	8.00	2.08	1.46	1.16	0.98	0.86
8	13.94	7.67	1.99	1.40	1.11	0.94	0.82
9	17.20	9.46	2.46	1.73	1.37	1.16	1.01
10	18.65	10.26	2.67	1.87	1.49	1.26	1.10
11	14.17	7.80	2.03	1.42	1.13	0.96	0.84
12	14.77	8.13	2.11	1.48	1.18	1.00	0.87
13	14.85	8.17	2.12	1.49	1.19	1.00	0.88
14	16.98	9.34	2.43	1.70	1.36	1.15	1.00
15	17.83	9.81	2.55	1.79	1.42	1.20	1.05
16	17.18	9.45	2.46	1.72	1.37	1.16	1.01
17	13.55	7.45	1.94	1.36	1.08	0.91	0.80
18	15.57	8.57	2.23	1.56	1.24	1.05	0.92
19	14.39	7.92	2.06	1.44	1.15	0.97	0.85
20	14.47	7.96	2.07	1.45	1.16	0.98	0.85
21	13.40	7.37	1.92	1.34	1.07	0.90	0.79
22	14.61	8.04	2.09	1.47	1.17	0.99	0.86
23	15.20	8.37	2.17	1.53	1.21	1.03	0.90
24	14.20	7.81	2.03	1.42	1.13	0.96	0.84
25	13.98	7.69	2.00	1.40	1.12	0.94	0.82
26	13.80	7.60	1.97	1.39	1.10	0.93	0.81
27	15.49	8.52	2.22	1.55	1.24	1.04	0.91

Sumber : Hasil Analisa

4.3.1.4 Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah debit banjir terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan terjadi kala ulang tertentu, atau debit dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Analisa debit banjir rancangan dengan kala ulang 1,01 th akan digunakan dalam penentuan indeks erosivitas limpasan permukaan (Rw) untuk menentukan besarnya erosi dengan metode MUSLE. Hal ini merupakan pendekatan yang dilakukan untuk mengetahui besarnya debit banjir yang terjadi, karena tidak tersedianya data debit terukur di lapangan.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan HSS Nakayasu adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{CA \cdot Ro}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})}$$

$$T_p = t_g + 0,8 \text{ tr}$$

$$\text{Panjang sungai (L) < 15 km} \quad \text{-----} \quad t_g = 0,21 L^{0,7}$$

$$\text{Panjang sungai (L) > 15 km} \quad \text{-----} \quad t_g = 0,4 + 0,058 L$$

$$\text{tr} = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad T_{0,3} = \alpha \cdot t_g$$

Bagian kurva naik ($0 \leq t \leq T_p$):

$$Q_a = Q_p (t/T_p)^{2,4}$$

Bagian lengkung turun (*decreasing limb*):

$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right)}, \text{ untuk } T_p \leq t \leq (T_p+T_{0,3})$$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5 \cdot T_{0,3}}\right)}, \text{ untuk } (T_p+T_{0,3}) \leq t \leq (T_p+T_{0,3}+1,5 \cdot T_{0,3})$$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2,0 \cdot T_{0,3}}\right)}, \text{ untuk } t \geq (T_p+T_{0,3}+1,5 \cdot T_{0,3})$$

Contoh perhitungan sbb :

Diketahui :

Sub-sub DAS 1, dengan data sbb :

$$\text{Luas} = 1648,662 \text{ ha} = 16,487 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang sungai} = 2,245 \text{ km}$$

$$\alpha = 2$$

Maka :

$$t_g = 0,21 L^{0,7} = 0,21 \times 2,245^{0,7}$$

$$t_g = 0,370 \text{ jam}$$

$$\text{tr} = 0,5 t_g = 0,5 \times 0,370$$

$$\text{tr} = 0,185 \text{ jam}$$

$$T_p = t_g + 0,8 \text{ tr} = 0,370 + (0,8 \times 0,185)$$

$$T_p = 0,518 \text{ jam}$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g = 2 \times 0,370$$

$$T_{0,3} = 0,740 \text{ jam}$$

$$Q_p = \frac{CA \cdot Ro}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} = \frac{16,487 \times 1}{3,6((0,3 \times 0,518) + 0,740)}$$

$$Q_p = 5,117 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{mm}$$

Bagian kurva naik ($0 \leq t \leq T_p$) :

$$Q_a = 5,117(0,518/0,518)^{2,4}$$

$$Q_a = 5,117 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{mm}$$

Bagian lengkung turun (*decreasing limb*):

$$Q_{d1} = 5,117 \cdot 0,3^{\left(\frac{1,257-0,518}{0,740}\right)}, \text{ untuk } T_p \leq t \leq (T_p+T_{0,3})$$

$$Q_{d1} = 1,535 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{mm}$$

$$Q_{d2} = 5,117 \cdot 0,3^{\left(\frac{2,367-0,518+(0,5 \times 0,740)}{1,5 \times 0,740}\right)}, \text{ untuk } (T_p+T_{0,3}) \leq t \leq (T_p+T_{0,3}+1,5 \cdot T_{0,3})$$

$$Q_{d2} = 0,461 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{mm}$$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{3-0,518+(1,5 \times 0,740)}{2 \times 0,740}\right)}, \text{ untuk } t \geq (T_p+T_{0,3}+1,5 \cdot T_{0,3})$$

$$Q_{d3} = 0,275 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{mm}$$

Perhitungan debit banjir rancangan pada tiap sub-sub DAS selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2. Sedangkan hasil perhitungan debit puncak banjir (Q_p) pada tiap sub-sub DAS dengan kala ulang 1,01 th dilihat pada tabel berikut :

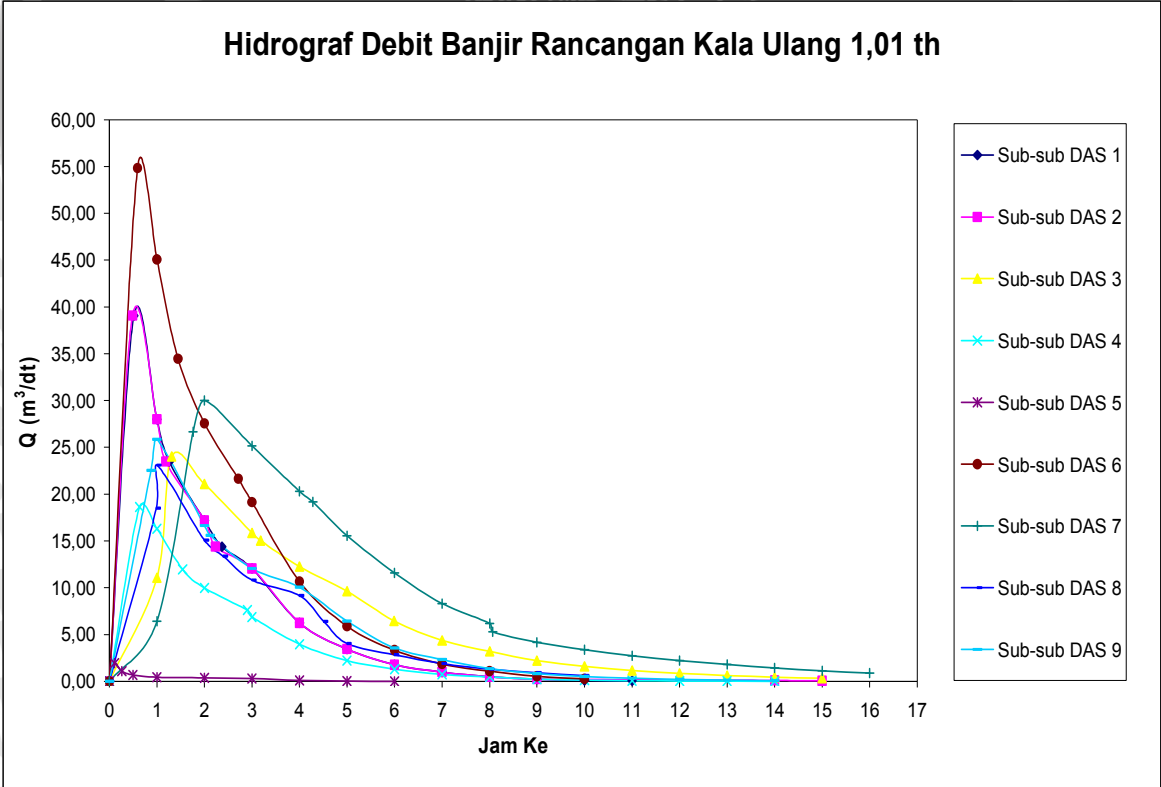
Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Q_p pada tiap sub-sub DAS Grindulu

Sub-sub DAS	Q_p 1,01 th
1	39,078
2	21,786
3	24,031
4	18,609
5	1,929
6	54,848
7	30,018
8	23,091
9	25,844
10	25,421



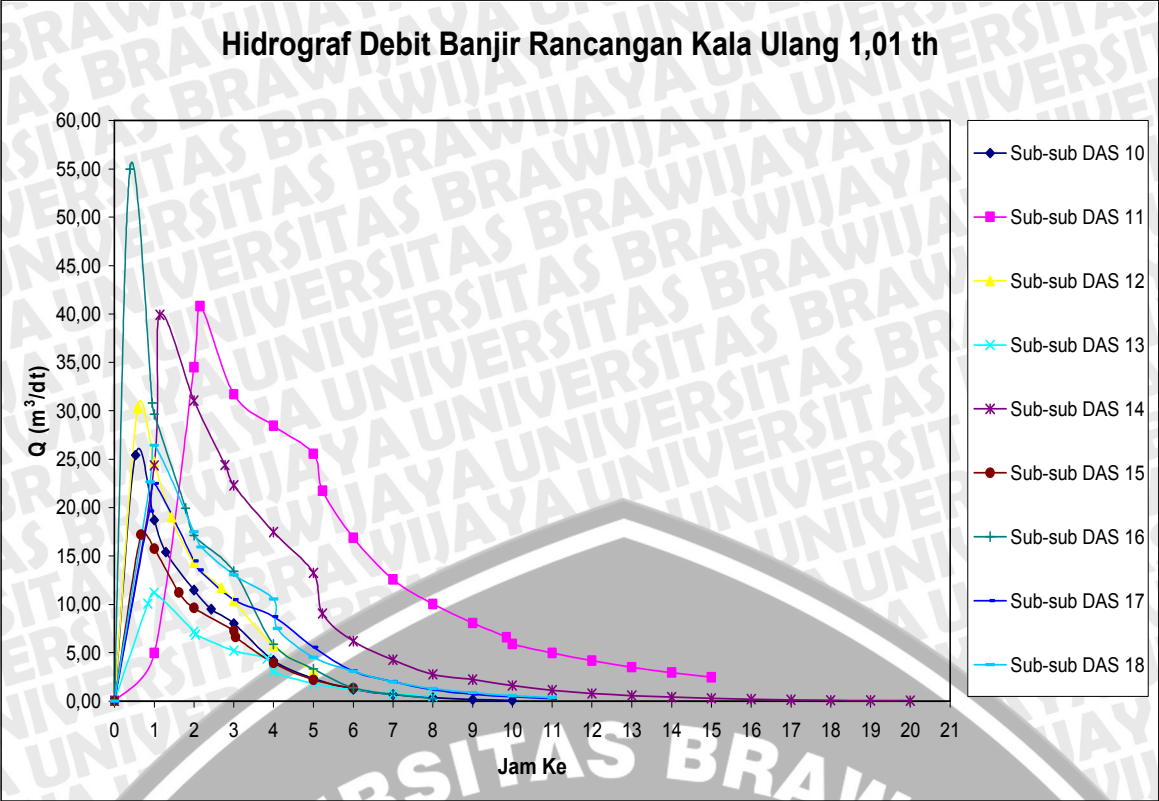
Sub-sub DAS	Qp 1,01 th
11	40,825
12	30,336
13	11,207
14	39,931
15	17,209
16	55,003
17	22,492
18	26,429
19	20,583
20	34,102
21	12,901
22	7,411
23	26,056
24	23,303
25	18,889
26	10,533
27	22,310

Sumber : Hasil Analisa

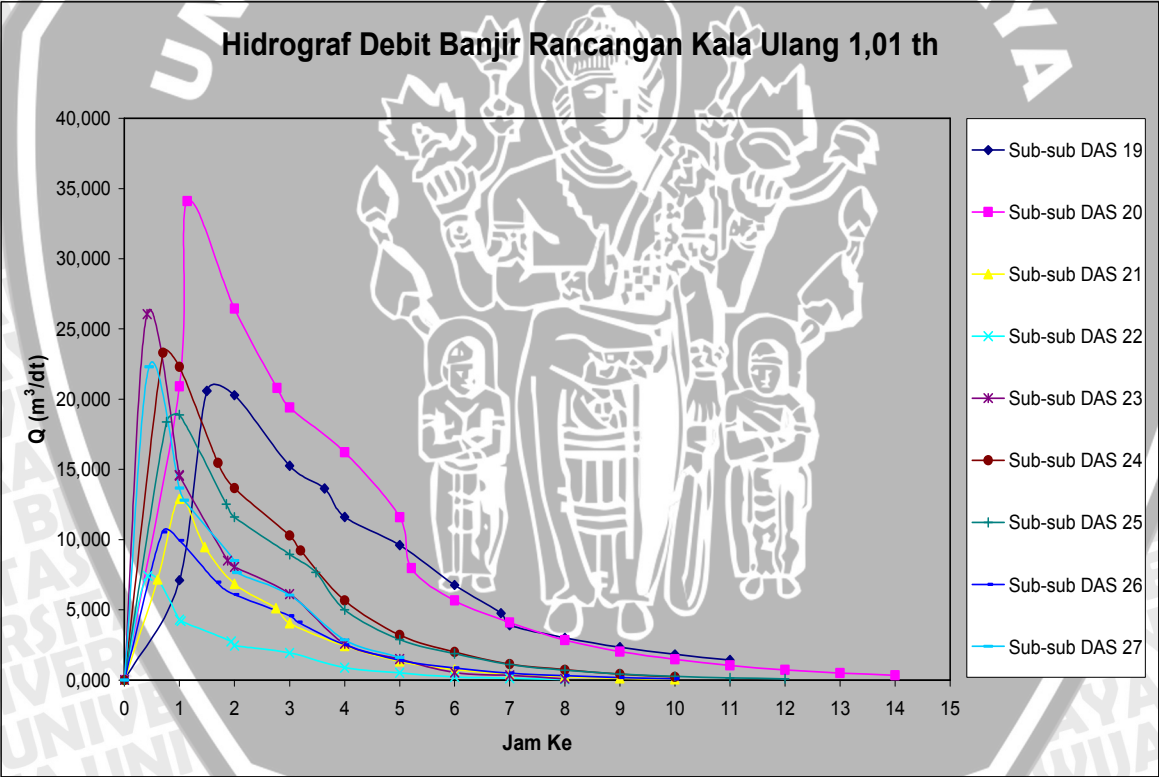


Gambar 4.11. Hidrograf Debit Banjir Rancangan pada sub-sub DAS 1-9





Gambar 4.12. Hidrograf Debit Banjir Rancangan pada sub-sub DAS 10-18



Gambar 4.13. Hidrograf Debit Banjir Rancangan pada sub-sub DAS 19-27

4.3.2 Analisa Debit Banjir Rancangan Metode Rasional Modifikasi

Metode Rasional Modifikasi merupakan pengembangan dari metode Rasional, dimana waktu konsentrasi curah hujan yang terjadi lebih lama. Metode Rasional Modifikasi mempertimbangkan pengaruh tampungan dalam memperkirakan debit puncak limpasan. Rumus Metode Rasional Modifikasi dalam menentukan debit puncak, adalah sebagai berikut (Lewis et all.,1975 : 9):

$$Q = 0,278.Cs. C. I. A$$

dengan :

Q = debit puncak dengan kala ulang tertentu (m^3/dt)

I = intensitas hujan rata-rata dalam t jam (mm/jam)

C = koefisien limpasan

A = luas daerah pengaliran (km^2)

Cs = koefisien tampungan

0,278 = faktor konversi

Dalam studi ini, perhitungan debit puncak dengan metode Rasional Modifikasi dilakukan pada tiap sub-sub DAS Grindulu. Contoh perhitungan debit puncak metode Rasional Modifikasi, adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Sub-sub DAS 1 dengan data :

Luas sub-sub DAS 1 = $16,487 km^2$

Slope lahan = 19,451

Panjang lereng = 6387,070 m

Slope sungai = 3,025

Panjang sungai = 2244,529 m

n = 0,04

Maka :

1. Berdasarkan analisa sebelumnya telah diketahui nilai koefisien pengaliran (C) sub-sub DAS 1 = 0,369.
2. Menghitung T_o (*Overland flow time*)

$$T_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \times \frac{1}{60} \right] = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 6387,070 \times \frac{0,04}{\sqrt{19,451}} \times \frac{1}{60} \right]$$

$$T_o = 2,111 \text{ jam}$$

3. Menghitung v (kecepatan aliran)

$$v = 4,918(S)^{1/2}$$

$$v = 4,918 (3,025)^{1/2} = 8,554 \text{ m/dt}$$

4. Menghitung T_d (*Drain flow time*)

$$T_d = \frac{L}{3600v} = \frac{2244,529}{3600 \times 8,554}$$

$$T_d = 0,073 \text{ jam}$$

5. Menghitung T_c (Waktu konsentrasi)

$$T_c = T_o + T_d$$

$$T_c = 2,111 + 0,073 = 2,184 \text{ jam}$$

6. Menghitung C_s (Koefisien tampungan)

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} = \frac{2 \times 2,184}{2 \times 2,184 + 0,073}$$

$$C_s = 0,984$$

7. Menghitung intensitas hujan metode Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}, \text{ dengan } R_{24} \text{ untuk kala ulang 1,01 th} = 37,658 \text{ mm}$$

$$I = \frac{37,658}{24} \left(\frac{24}{2,184} \right)^{2/3} = 7,755 \text{ mm/jam}$$

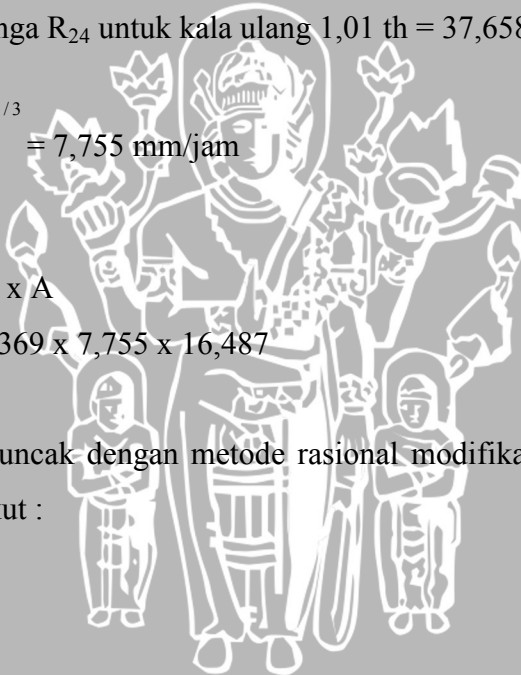
Maka :

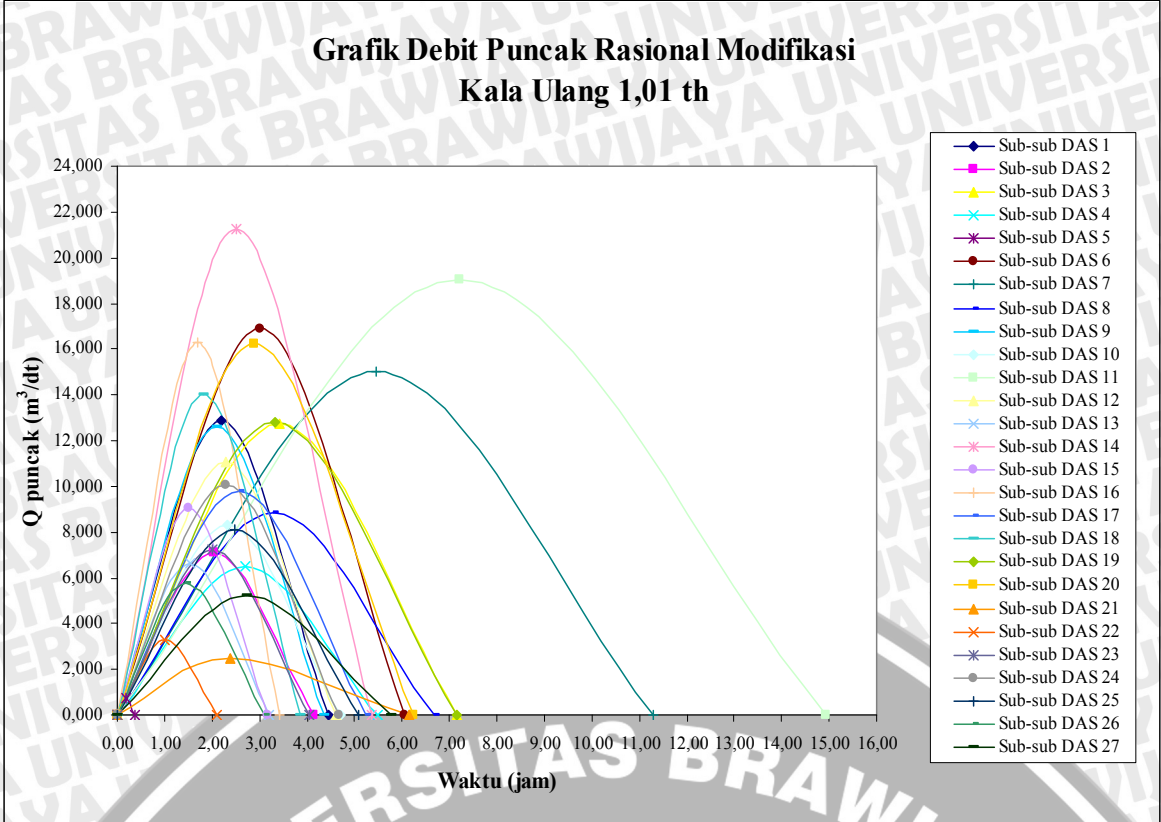
$$Q_p = 0,278 \times C_s \times C \times I \times A$$

$$Q_p = 0,278 \times 0,984 \times 0,369 \times 7,755 \times 16,487$$

$$Q_p = 12,884 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan debit puncak dengan metode rasional modifikasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.34 berikut :





Gambar 4.14. Grafik Debit Puncak Metode Rasional Modifikasi dengan Kala Ulang 1,01 th

4.4 Analisa Pendugaan Laju Erosi

Dalam studi ini, untuk menentukan besarnya laju erosi digunakan metode *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE).

4.4.1 Analisa Indeks Erosivitas (R)

Erosivitas merupakan kemampuan hujan dalam mengikis lapisan permukaan tanah sehingga menimbulkan erosi.

4.4.1.1 Indeks Erosivitas Metode Arnoldus

Metode yang dikemukakan oleh Arnoldus (1978), rumus yang digunakan :

$$R = \frac{P_n^2}{P}$$

Dengan :

- R = Indeks erosivitas (mm)
- P_n = Rerata curah hujan bulanan (mm)
- P = Rerata curah hujan tahunan (mm)

Tabel 4.35 Perhitungan Indeks Erosivitas Arnoldus

Bulan	Pn (mm)	Pn ² (mm ²)	P (mm)	Pn ² / P (mm)
Januari	312,750	97812,563	2203,475	44,390
Februari	351,775	123745,651	2203,475	56,159
Maret	343,613	118069,550	2203,475	53,583
April	225,813	50991,285	2203,475	23,141
Mei	86,925	7555,956	2203,475	3,429
Juni	82,000	6724,000	2203,475	3,052
Juli	43,625	1903,141	2203,475	0,864
Agustus	2,000	4,000	2203,475	0,002
September	21,800	475,240	2203,475	0,216
Oktober	136,775	18707,401	2203,475	8,490
November	270,875	73373,266	2203,475	33,299
Desember	325,525	105966,526	2203,475	48,091
			R =	274,715

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel perhitungan di atas, maka didapatkan nilai indeks erosivitas dengan metode Arnoldus di sub DAS Grindulu adalah sebesar 274,715 mm

4.4.1.2 Indeks Erosivitas Metode Bols

Bols (1978) berdasarkan penelitiannya di Pulau Jawa dan Madura mendapatkan persamaan sebagai berikut :

$EI_{30} = 6,119 P_b^{1,211} \cdot N^{-0,474} \cdot P_{max}^{0,526}$

dengan :

EI_{30} = Indeks erosi hujan bulanan (KJ/ha)

P_b = Curah hujan bulanan (cm)

N = Jumlah hari hujan perbulan (hari)

P_{max} = Hujan maksimum harian 24 jam dalam bulan yang bersangkutan (cm)



Tabel 4.36 Perhitungan Indeks Erosivitas Bols

Bulan	P _b (cm)	N (hari)	P _{max} (cm)	EI ₃₀ (KJ/ha)
Januari	31,275	18	6,168	261,796
Februari	35,178	19	6,405	300,128
Maret	34,361	20	5,615	267,251
April	22,581	15	4,958	174,297
Mei	8,693	6	3,255	68,156
Juni	8,200	6	2,618	57,834
Juli	4,363	4	1,680	25,575
Agustus	0,200	1	0,125	0,335
September	2,180	2	0,815	10,830
Oktober	13,678	8	3,915	111,198
November	27,088	15	5,993	240,047
Desember	32,553	18	6,513	282,782
Jumlah	220,348			1800,229
R =	1800,229			

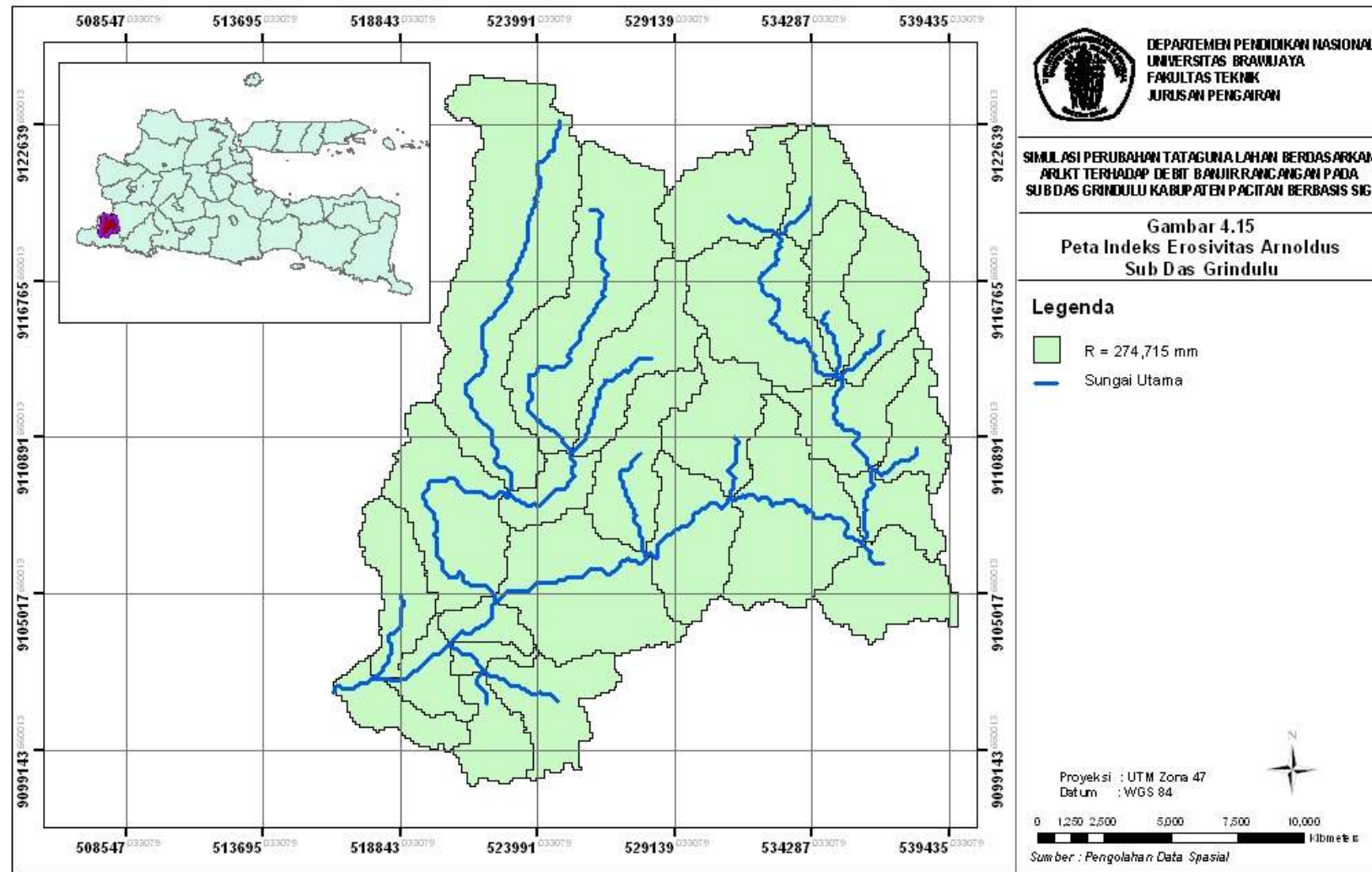
Sumber : Hasil Analisa

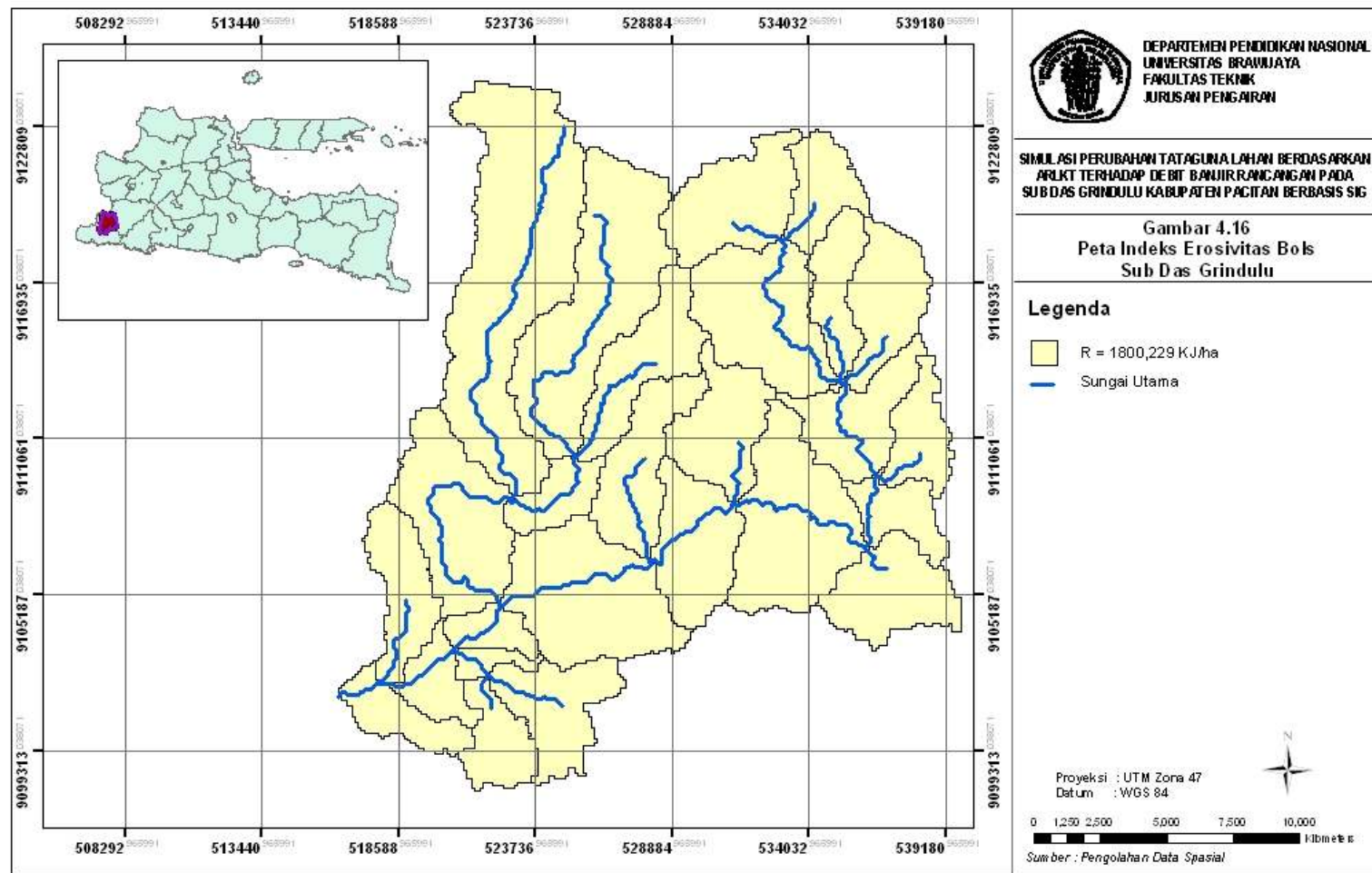
Dari tabel perhitungan di atas, maka dapat diketahui besarnya indeks erosivitas metode Bols di sub DAS Grindulu adalah 1800,229 KJ/ha.

4.4.1.3 Penggambaran Peta Indeks Erosivitas Metode Arnoldus dan Bols

Penggambaran peta indeks erosivitas dengan metode Arnoldus disajikan pada gambar 4.15, dan penggambaran peta indeks erosivitas metode Bols disajikan pada gambar 4.16.







4.4.2 Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan (Rw)

William mengadakan modifikasi USLE untuk menduga hasil endapan dari setiap kejadian limpasan permukaan dengan cara mengganti indeks erosivitas (R) dengan erosivitas limpasan permukaan (Rw). Rumus indeks erosivitas menurut Williams, sebagai berikut :

$$Rw = 9,05 \cdot (Vo \cdot Qp)^{0,56}$$

dengan :

Vo = Volume limpasan permukaan (m³)

Qp = Debit aliran puncak (m³/det)

Volume limpasan permukaan, dirumuskan :

$$Vo = R \cdot \exp (-Rc / Ro)$$

dimana :

$$Rc = 1000 \cdot MS \cdot pb \cdot RD \cdot (Et/Eo)^{0,50}$$

$$Ro = R / Rn$$

dengan :

R = Hujan tahunan (mm)

Rc = Kapasitas penyimpanan lengas tanah

MS = Kandungan lengas pada kapasitas lapang (%) (tabel 2.8)

pb = Berat jenis volume lapisan tanah atas (Mg / m³) (tabel 2.9)

RD = Kedalaman perakaran efektif (m), didefinisikan sebagai lapisan

Impermeabel. Besarnya ditentukan sebagai berikut :

- Untuk tanaman pohon, tanaman kayu = 0,10

- Untuk tanaman semusim dan rumput = 0,05

Et/E_o = Perbandingan evapotranspirasi aktual (Et) dengan Evapotranspirasi potensial (E_o)

Rn = Jumlah hari hujan (hari)

Dalam studi ini, untuk menentukan indeks erosivitas limpasan permukaan (Rw) digunakan dua perlakuan debit puncak, yaitu dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dan Rasional Modifikasi.

Contoh perhitungan indeks erosivitas limpasan permukaan (Rw) dengan Qp metode HSS Nakayasu, sebagai berikut :

Diketahui :

Sub-sub DAS 1

1. Dari perhitungan debit banjir dengan metode HSS Nakayasu telah didapatkan $Q_p = 39,078 \text{ m}^3/\text{dt}$

2. Menghitung R_c :

Tekstur = Halus

$\rho_b = 1,1 \text{ Mg/m}^3$

MS = 30 %

RD = 0,06 m

Et / Eo = 0,96

$$\begin{aligned} R_c &= 1000 \cdot MS \cdot \rho_b \cdot RD \cdot (Et / Eo)^{0,50} \\ &= 1000 \times 0,30 \times 1,1 \times 0,06 \times (0,96)^{0,5} \\ &= 18,904 \end{aligned}$$

3. Menghitung R_o :

$R = 2203,475 \text{ mm}$

$R_n = 129 \text{ hari}$

$$R_o = \frac{R}{R_n} = \frac{2203,475}{129} = 17,081 \text{ mm/hari}$$

4. Menghitung volume limpasan permukaan (V_o) :

$$\begin{aligned} V_o &= R \cdot \exp^{(-R_c / R_o)} \\ &= 2203,475 \times \exp^{(-18,904 / 17,081)} \\ &= 728,557 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

5. Menghitung indeks erosivitas limpasan permukaan (R_w):

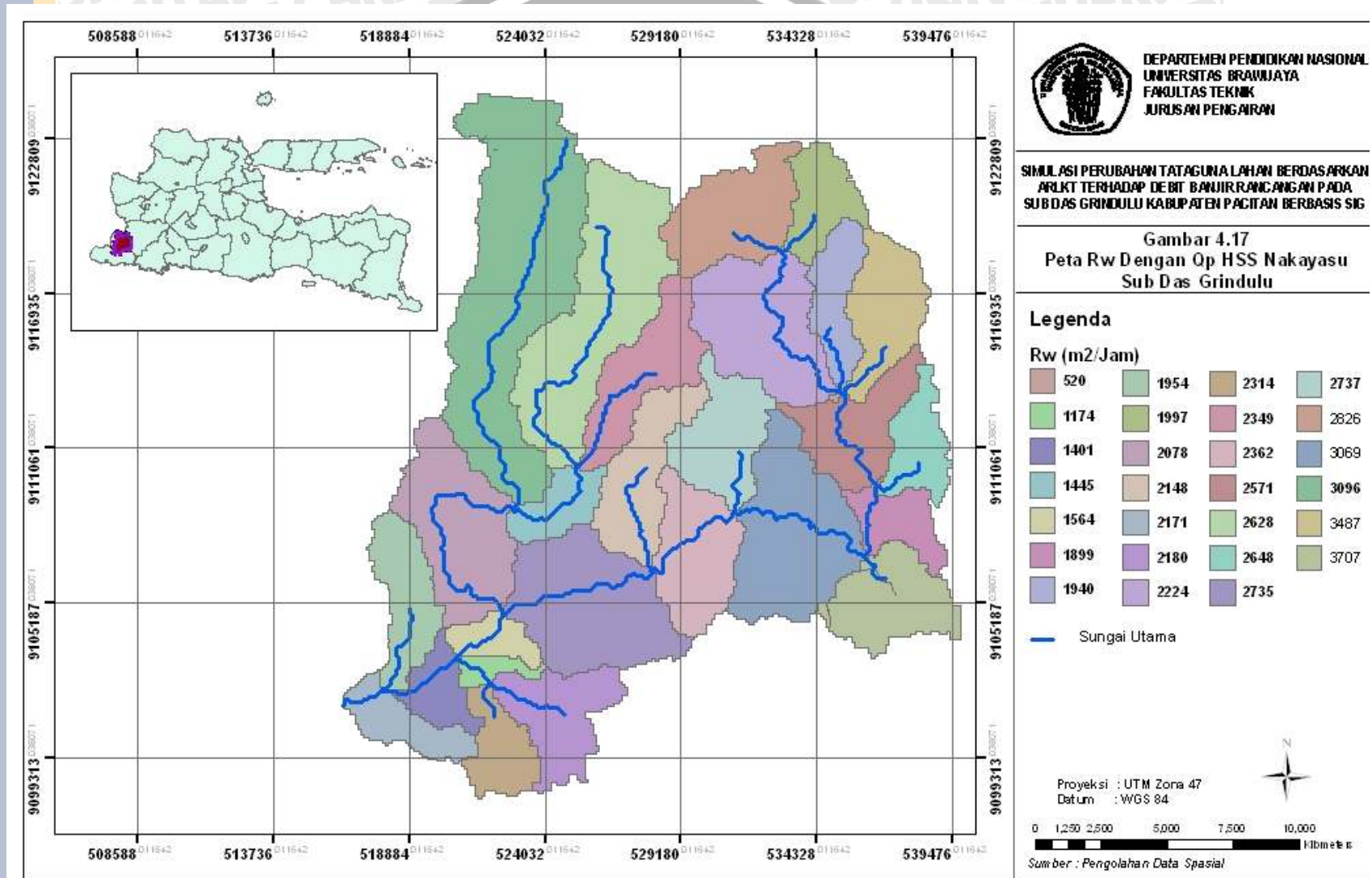
$$\begin{aligned} R_w &= 9,05 \cdot (V_o \cdot Q_p)^{0,56} \\ &= 9,05 \times (728,557 \times 39,078)^{0,56} \\ &= 2825,598 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

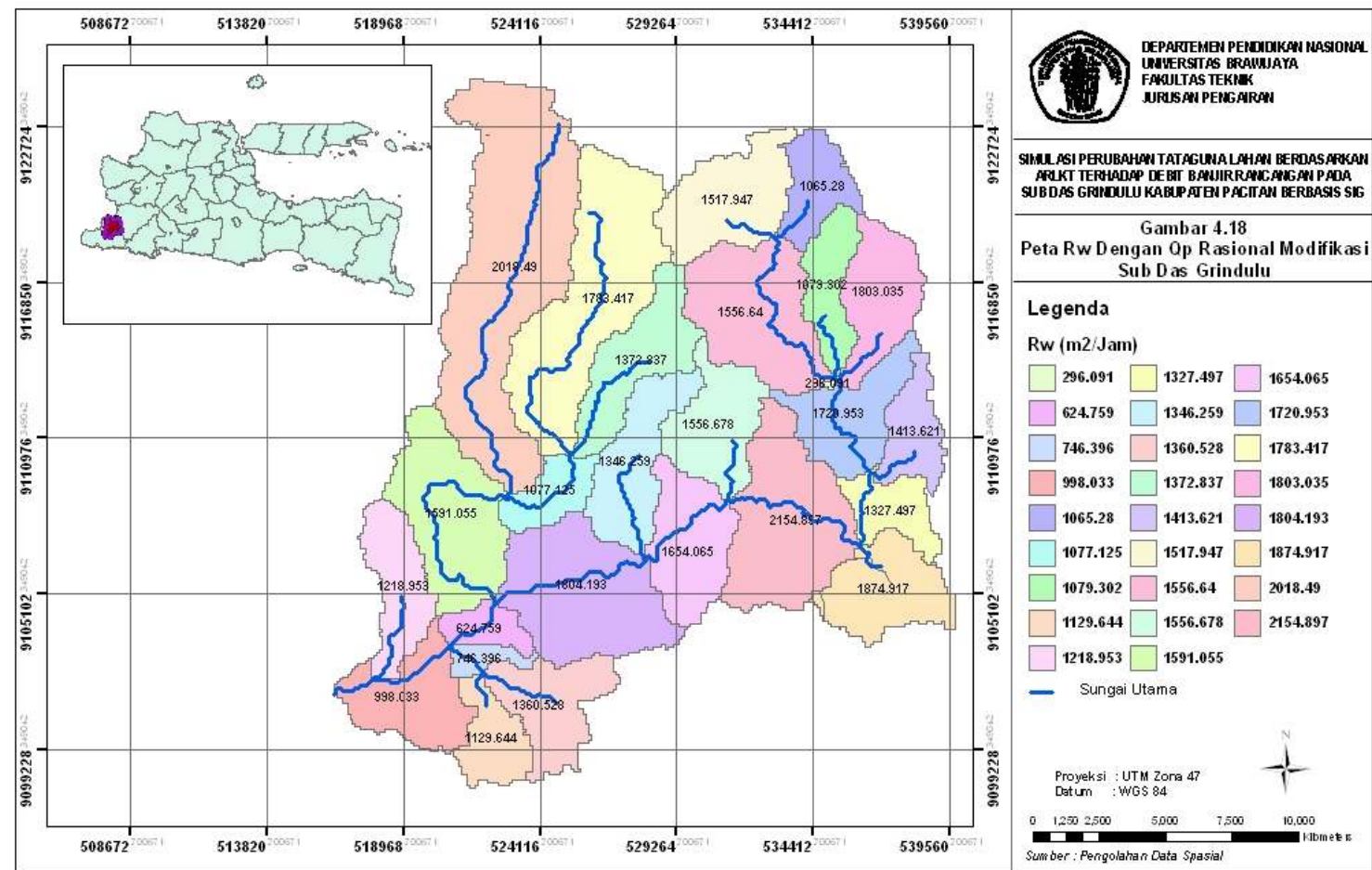
Perhitungan yang sama juga dilakukan pada penentuan R_w dengan debit puncak Rasional Modifikasi. Untuk lebih lengkapnya, maka perhitungan indeks erosivitas limpasan permukaan dengan debit puncak HSS Nakayasu dapat dilihat pada tabel 4.37 dan 4.38, sedangkan indeks erosivitas limpasan permukaan dengan debit puncak Rasional Modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.39 dan 4.40, sebagai berikut :

4.4.2.1 Penggambaran Peta Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan (Rw)

Penggambaran peta indeks erosivitas limpasan permukaan (Rw) dengan debit puncak metode HSS Nakayasu disajikan pada gambar 4.17, sedangkan indeks erosivitas limpasan permukaan (Rw) dengan debit puncak metode Rasional Modifikasi disajikan pada gambar 4.18.







4.4.3 Analisa Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah adalah tingkat kepekaan tanah terhadap erosi. Indeks erodibilitas tanah menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah tersebut oleh adanya energi kinetik hujan. Di sub DAS Grindulu terdapat beberapa jenis tanah yang mempunyai pengaruh terhadap besarnya erosi yang terjadi. Dalam studi ini, nilai K ditentukan dengan menggunakan tabel nilai K Hasil Penelitian Beberapa jenis Tanah. Jenis tanah dan nilai erodibilitas (K) dapat dilihat pada tabel berikut :

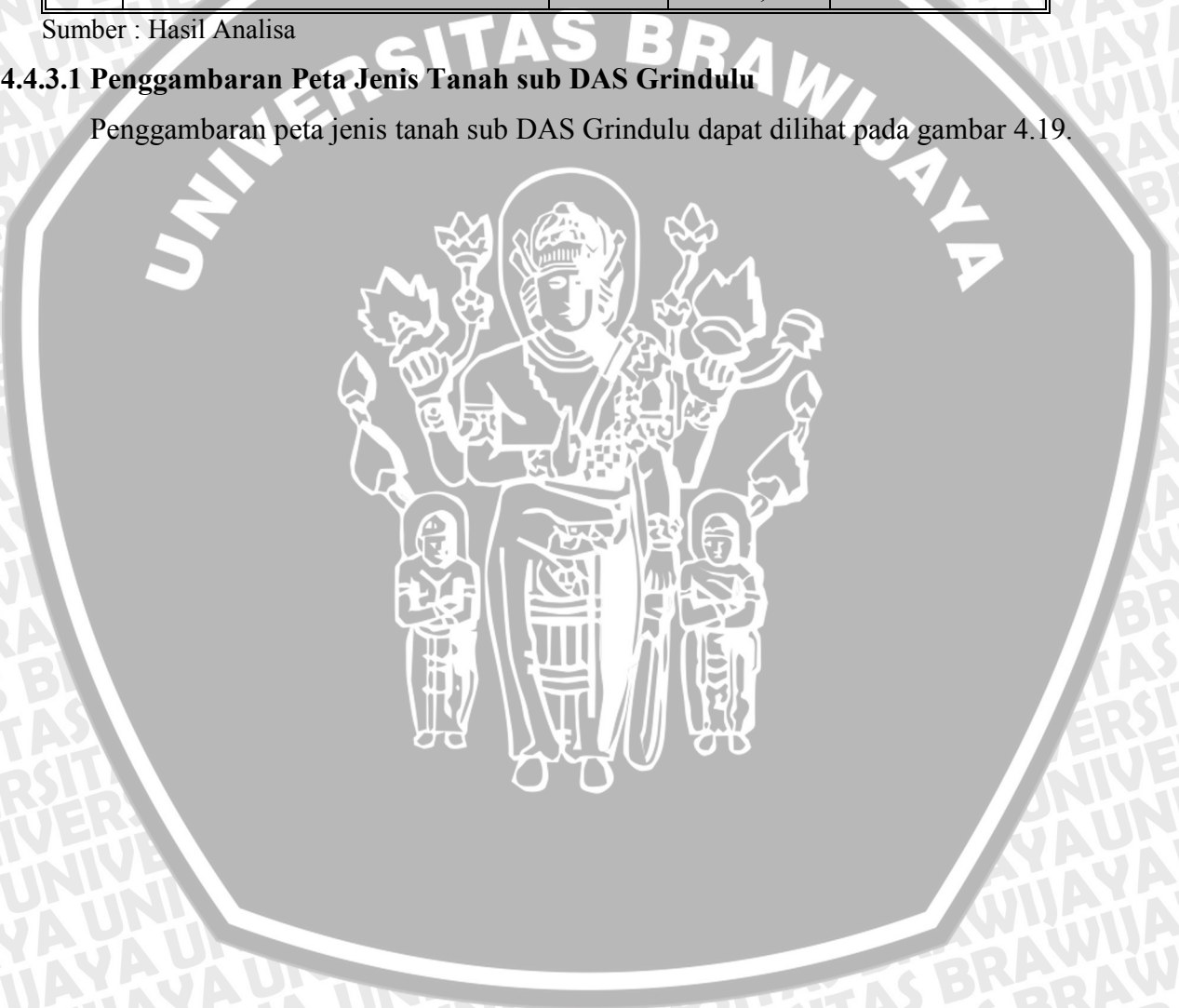
Tabel 4.41 Jenis Tanah dan Nilai Erodibilitas Sub DAS Grindulu

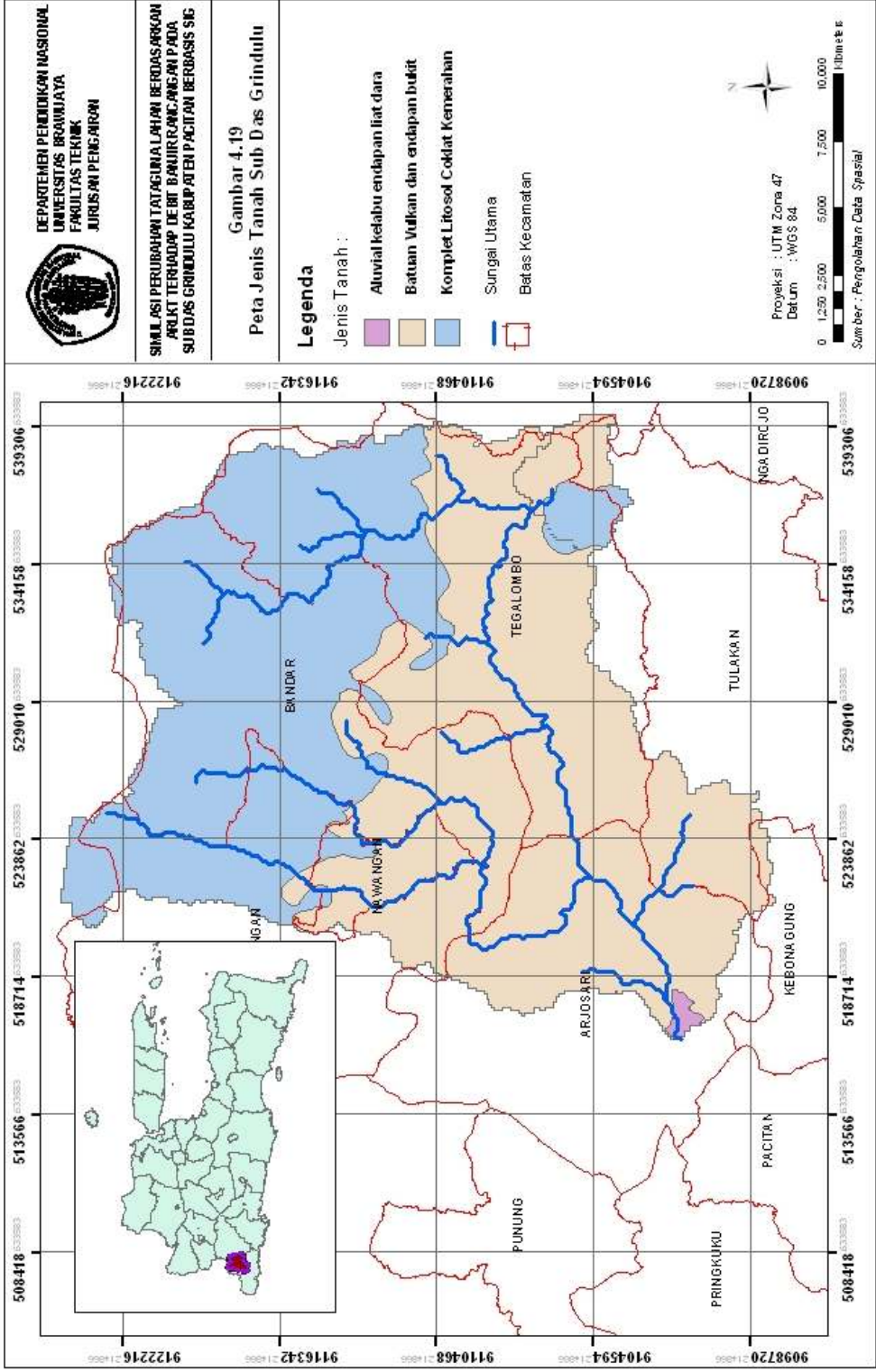
No.	Jenis Tanah	Nilai K	Luas (ha)	Prosentase (%)
1	Komplet Litosol Coklat Kemerahan	0,31	17396,329	43,145
2	Batuan Vulkan dan Endapan Bukit	0,1	22232,502	55,139
3	Aluvial Kelabu Endapan Liat Dara	0,2	692,118	1,717
	Total		40320,949	100

Sumber : Hasil Analisa

4.4.3.1 Penggambaran Peta Jenis Tanah sub DAS Grindulu

Penggambaran peta jenis tanah sub DAS Grindulu dapat dilihat pada gambar 4.19.





4.4.4 Analisa Faktor Panjang Lereng (L) Dan Kemiringan Lereng (S)

Faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S) mempengaruhi besarnya erosi yang terjadi. Kemiringan mempengaruhi kecepatan dan volume limpasan permukaan. Pada dasarnya makin curam suatu lereng, maka persentase kemiringan lereng semakin besar, sehingga semakin cepat laju limpasan permukaan. Besarnya panjang lereng rata-rata di sub DAS Grindulu didapat melalui peta topografi *digital* dengan skala 1 : 25000. Melalui *ArcView 3.2* dengan bantuan *tools* yaitu *measure* maka dapat diketahui besarnya nilai panjang lereng rata-rata pada tiap sub-sub DAS. Kemiringan lereng dapat diketahui dari data atribut peta sub-sub DAS yang telah dibuat dengan metode DEM dan AVSWAT2000. Dalam menentukan faktor panjang lereng dihitung dengan rumus (persamaan 2-45) :

$L = \sqrt{\frac{Lo}{22}}$ sedangkan faktor kemiringan lereng dihitung dengan rumus (persamaan 2-46) :

$$S = (s/9)^{1,4}$$

Contoh perhitungan :

Diketahui sub-sub DAS 1 dengan data :

Rata-rata panjang lereng = 6387,070 m

Kemiringan lereng = 19,451 %

Maka :

Nilai faktor panjang lereng (L) dihitung dengan rumus, sbb :

$$L = \sqrt{\frac{Lo}{22}} = \sqrt{\frac{6387,070}{22}} = 17,039$$

Faktor S dihitung dengan rumus, sbb :

$$S = (s/9)^{1,4} = (19,451/9)^{1,4} = 2,942$$

Hasil perhitungan nilai faktor panjang lereng (L) dan faktor kemiringan lereng (S) dapat dilihat pada tabel, berikut :

Tabel 4.42 Hasil Perhitungan Faktor LS

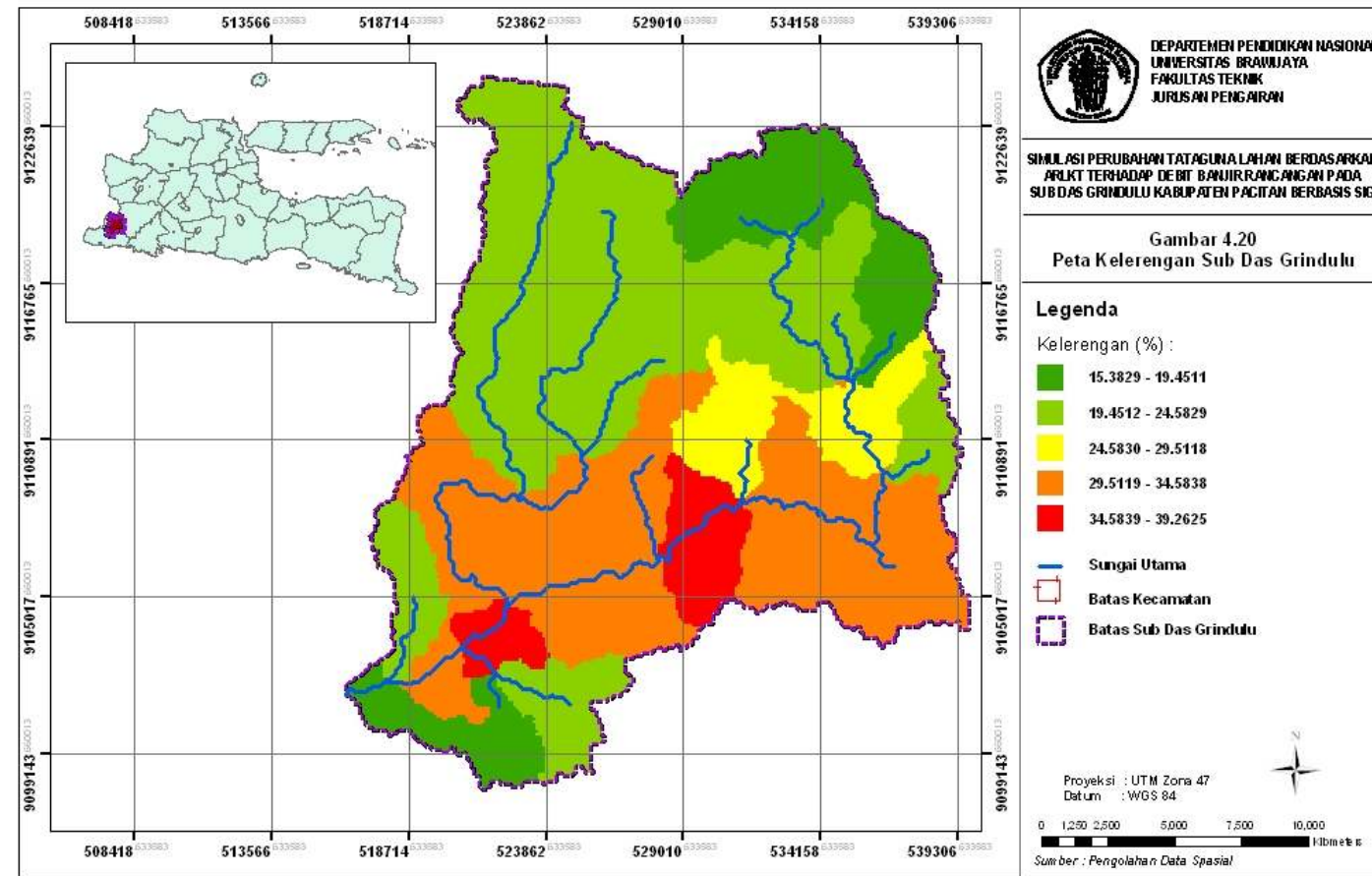
Sub-sub DAS	Slope %	Faktor S	Panjang Lereng (m)	Faktor L	LS	Luas (ha)
1	19,451	2,942	6387,070	17,039	0,438	1648,662
2	17,173	2,471	5571,053	15,913	0,380	855,000
3	21,588	3,404	9886,039	21,198	0,510	2187,962
4	23,266	3,780	8665,411	19,846	0,546	889,600
5	31,443	5,762	660,542	5,479	0,707	14,280
6	18,308	2,702	8611,378	19,784	0,425	2705,717
7	24,332	4,024	17331,020	28,067	0,611	3430,954
8	22,418	3,588	10273,640	21,610	0,533	1479,999
9	26,715	4,587	6986,704	17,821	0,629	1296,827
10	21,187	3,316	7233,701	18,133	0,486	819,423
11	23,717	3,883	22495,371	31,977	0,611	5378,719
12	29,512	5,273	8309,219	19,434	0,716	1366,000
13	32,733	6,096	5349,022	15,593	0,794	644,577
14	34,584	6,584	8848,323	20,055	0,871	2558,748
15	31,146	5,686	5304,080	15,527	0,746	726,768
16	32,122	5,937	6439,021	17,108	0,782	1414,000
17	32,566	6,052	9668,711	20,964	0,813	1432,629
18	36,679	7,149	6671,712	17,414	0,925	1473,550
19	33,453	6,285	11360,871	22,725	0,848	2203,100
20	33,566	6,314	9515,141	20,797	0,843	2554,530
21	39,263	7,864	4359,994	14,078	0,993	447,093
22	37,818	7,462	4060,934	13,586	0,944	243,490
23	15,383	2,118	5354,077	15,600	0,340	794,426
24	24,583	4,083	7515,663	18,483	0,574	1299,986
25	24,411	4,043	8069,787	19,152	0,573	1131,933
26	31,782	5,849	4731,619	14,665	0,761	595,044
27	17,881	2,615	6947,778	17,771	0,405	727,931
Total						40320,949

Sumber : Hasil Analisa

4.4.4.1 Penggambaran Peta Kemiringan Lereng sub DAS Grindulu

Penggambaran peta kemiringan lereng sub DAS Grindulu dapat dilihat pada gambar 4.20.





4.4.5 Analisa Faktor Pengelolaan Tanaman dan Faktor Tindakan Konservasi Tanah

Faktor pengelolaan tanaman merupakan faktor yang menggambarkan nisbah antara besarnya erosi dari lahan yang bertanaman tertentu dan dengan pengelolaan tertentu terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami dan diolah bersih (Suripin, 2004 : 79). Besarnya faktor pengelolaan tanaman (C) dapat diketahui dengan tabel nilai faktor pengelolaan tanaman (tabel 2.8) berdasarkan tata guna lahan eksisting di sub DAS Grindulu. Besarnya nilai faktor pengelolaan tanaman (C) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.43 Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman Berdasarkan Tata Guna Lahan Eksisting di sub DAS Grindulu

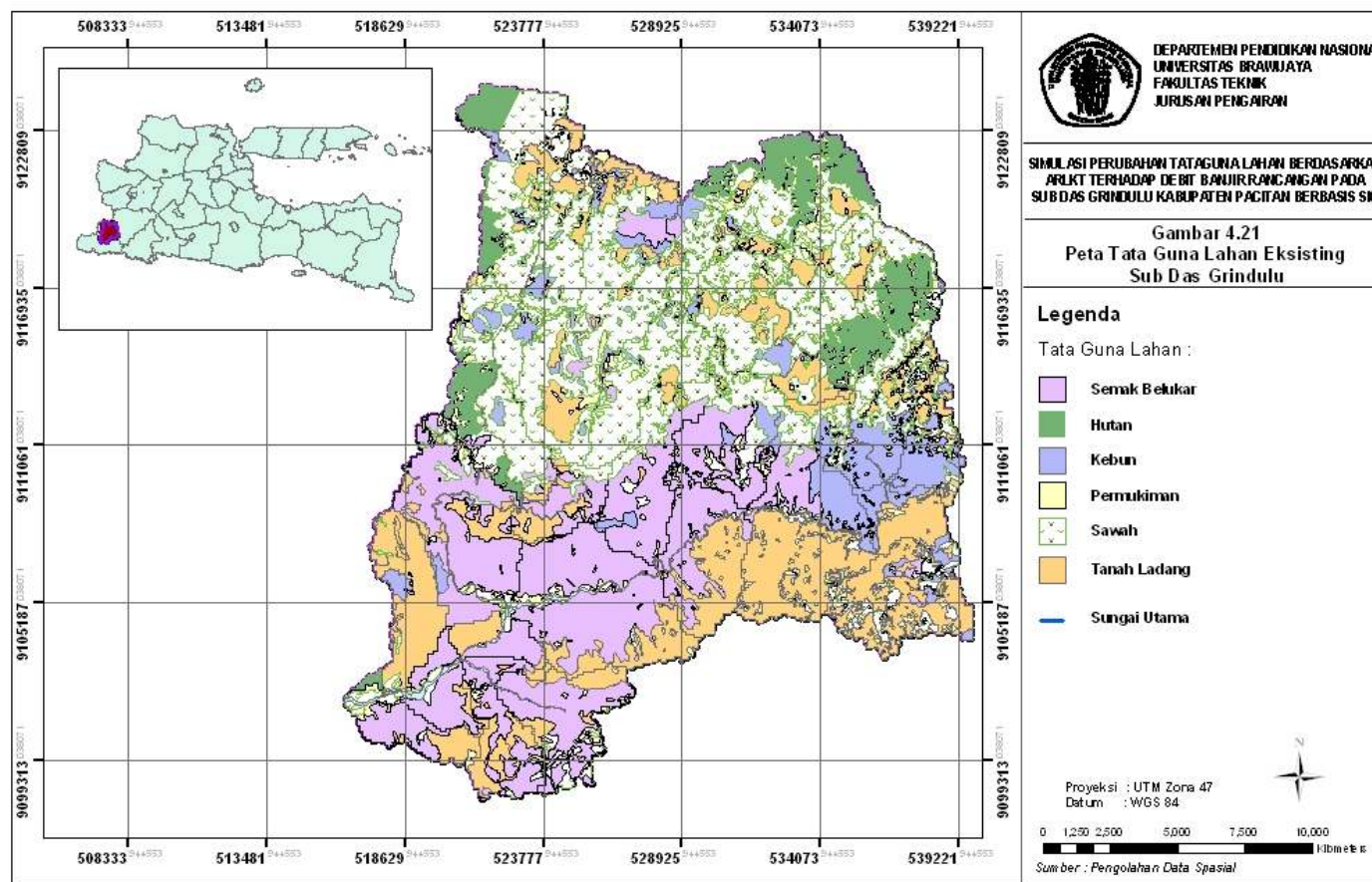
Tata Guna Lahan	Luas (ha)	Prosentase (%)	Nilai C
Hutan	1595,817	3,958	0,001
Kebun / Perkebunan	3206,836	7,953	0,20
Pemukiman	3305,927	8,199	1,00
Sawah Irigasi	560,588	1,390	0,01
Sawah Tadah Hujan	12511,114	31,029	0,56
Semak Belukar	10604,026	26,299	0,30
Tegalan / Ladang	8536,641	21,172	0,70
Total	40320,949	100	

Sumber : Hasil Analisa

Faktor tindakan konservasi adalah nisbah antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan tanpa tindakan konservasi (Suripin, 2004 : 80). Besarnya faktor tindakan konservasi tanah dapat diketahui berdasarkan tabel nilai faktor P untuk berbagai tindakan konservasi tanah (tabel 2.9).

4.4.5.1 Penggambaran Peta Tata Guna Lahan Eksisting sub DAS Grindulu

Penggambaran peta tata guna lahan eksisting sub DAS Grindulu dapat dilihat pada gambar 4.21.



4.4.6 Analisa Laju Erosi Metode MUSLE

Metode *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE) merupakan modifikasi dari metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan oleh Williams (1978). Pada metode MUSLE faktor energi curah hujan digantikan dengan faktor limpasan permukaan. Oleh karena itu, Williams (1978) mengadakan modifikasi terhadap metode USLE untuk menduga hasil endapan dari setiap kejadian limpasan permukaan, dengan mengganti indeks erosivitas hujan, dengan limpasan permukaan (Utomo, 1994 : 154). Metode MUSLE, dapat dirumuskan (persamaan 2-537):

$$A = R_w \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

dengan :

- A = Besarnya kehilangan tanah per satuan luas lahan (ton/ha/th)
- R_w = Faktor erosivitas limpasan permukaan menurut Williams
- K = Faktor erodibilitas tanah
- L = Faktor panjang kemiringan lereng
- S = Faktor gradien (beda) kemiringan yang tidak mempunyai satuan
- C = Faktor pengelolaan tanaman
- P = Faktor praktek konservasi tanah

Dalam studi ini, indeks erosivitas limpasan permukaan (R_w) menggunakan dua perlakuan debit, yaitu dengan metode Rasional Modifikasi dan Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu. Contoh perhitungan erosi di sub DAS Grindulu adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Sub-sub DAS 1

1. Dari perhitungan indeks erosivitas dengan Q_p (HSS Nakayasu) R_w = 2825,598
2. Slope = 19,451, didapatkan faktor S = 2,942
3. Panjang lereng = 6387,070 m, didapatkan faktor L = 17,039
4. Jenis tanah adalah komplet litosol coklat kemerahan, didapatkan nilai K = 0,31
5. Tata guna lahan adalah sawah tadah hujan, didapatkan nilai C = 0,56 dan nilai P = 0,40 (teras tradisional).

Maka :

$$A = R_w \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

$$A = 2825,598 \cdot 0,31 \cdot 0,438 \cdot 0,56 \cdot 0,40 \cdot 1$$

$$A = 86,001 \text{ ton/ha/th}$$

Dengan luas unit lahan = 0,802 ha, maka

$$\text{Total erosi} = 86,001 \text{ ton/ha/th} \times 0,802 \text{ ha} = 68,973 \text{ ton/th}$$

Hasil perhitungan erosi sub DAS Grindulu di tiap sub-sub DAS dengan Indeks erosivitas limpasan permukaan untuk Qp HSS Nakayasu dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Total Erosi tiap sub-sub DAS dengan Indeks Erosivitas

Sub-Sub DAS	Total Erosi (ton/th)	Luas (ha)	Prosentase Total Erosi (%)
1	173625,596	1648,662	4,788
2	57851,371	855,000	1,595
3	225331,411	2187,962	6,214
4	92002,990	889,600	2,537
5	468,021	14,280	0,013
6	204118,368	2705,717	5,629
7	408483,014	3430,954	11,265
8	137421,137	1479,999	3,790
9	140627,380	1296,827	3,878
10	70289,307	819,423	1,938
11	695717,773	5378,719	19,187
12	158825,712	1366,000	4,380
13	23264,482	644,577	0,642
14	267806,662	2558,748	7,386
15	23871,349	726,768	0,658
16	266938,341	1414,000	7,362
17	83248,034	1432,629	2,296
18	104000,778	1473,550	2,868
19	123578,815	2203,100	3,408
20	188584,358	2554,530	5,201
21	21002,236	447,093	0,579
22	8875,871	243,490	0,245
23	19597,209	794,426	0,540
24	50554,642	1299,986	1,394
25	35857,913	1131,933	0,989
26	18515,998	595,044	0,511
27	25568,671	727,931	0,705
Total	3626027,439	40320,949	100

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel 4.44 didapatkan total erosi sebesar 3626027,439 ton/th, sehingga erosi rata-rata di sub DAS Grindulu adalah sebesar 89,929 ton/ha/th. Dengan berat volume tanah = 1,6 gr/cm³. Maka didapatkan nilai kehilangan tanah = $\frac{89,929}{1,6 \cdot 10^4} = 0,00562057$ m/th = 0,562 cm/th.

Hasil perhitungan erosi sub DAS Grindulu di tiap sub-sub DAS dengan Indeks erosivitas limpasan permukaan untuk Qp Rasional Modifikasi dapat dilihat pada tabel berikut :





Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Total Erosi tiap sub-sub DAS dengan Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan untuk Qp Rasional Modifikasi

Sub-Sub DAS	Total Erosi (ton/th)	Luas (ha)	Prosentase Total Erosi (%)
1	93137,636	1648,662	3,755
2	30804,417	855,000	1,236
3	157741,326	2187,962	5,880
4	51165,311	889,600	1,321
5	266,557	14,280	0,001
6	105643,769	2705,717	2,797
7	277314,792	3430,954	13,202
8	80384,629	1479,999	3,519
9	94092,247	1296,827	2,511
10	37556,222	819,423	1,128
11	453314,977	5378,719	28,695
12	90363,208	1366,000	4,270
13	17348,280	644,577	0,579
14	188134,297	2558,748	5,491
15	16692,379	726,768	0,157
16	134981,699	1414,000	2,367
17	52183,441	1432,629	2,828
18	72861,956	1473,550	2,503
19	94664,852	2203,100	5,766
20	124472,688	2554,530	6,888
21	8389,455	447,093	0,393
22	5644,424	243,490	0,194
23	9566,252	794,426	0,339
24	31524,717	1299,986	1,610
25	22369,145	1131,933	1,356
26	13194,315	595,044	0,601
27	11381,480	727,931	0,613
Total	2275194,471	40320,949	100

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel 4.45 didapatkan total erosi sebesar 2275194,471 ton/th, sehingga erosi rata-rata di sub DAS Grindulu adalah sebesar 56,427 ton/ha/th. Dengan berat volume tanah = 1,6 gr/cm³. Maka didapatkan nilai kehilangan tanah = $\frac{56,427}{1,6 \cdot 10^4} = 0,003526694$ m/th = 0,353 cm/th.

Rekapitulasi hasil perhitungan erosi metode MUSLE dengan insdeks erosivitas limpasan permukaan (Rw) untuk Qp HSS Nakayasu dan Rasional Modifikasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.46 Rekapitulasi Hasil Perhitungan MUSLE

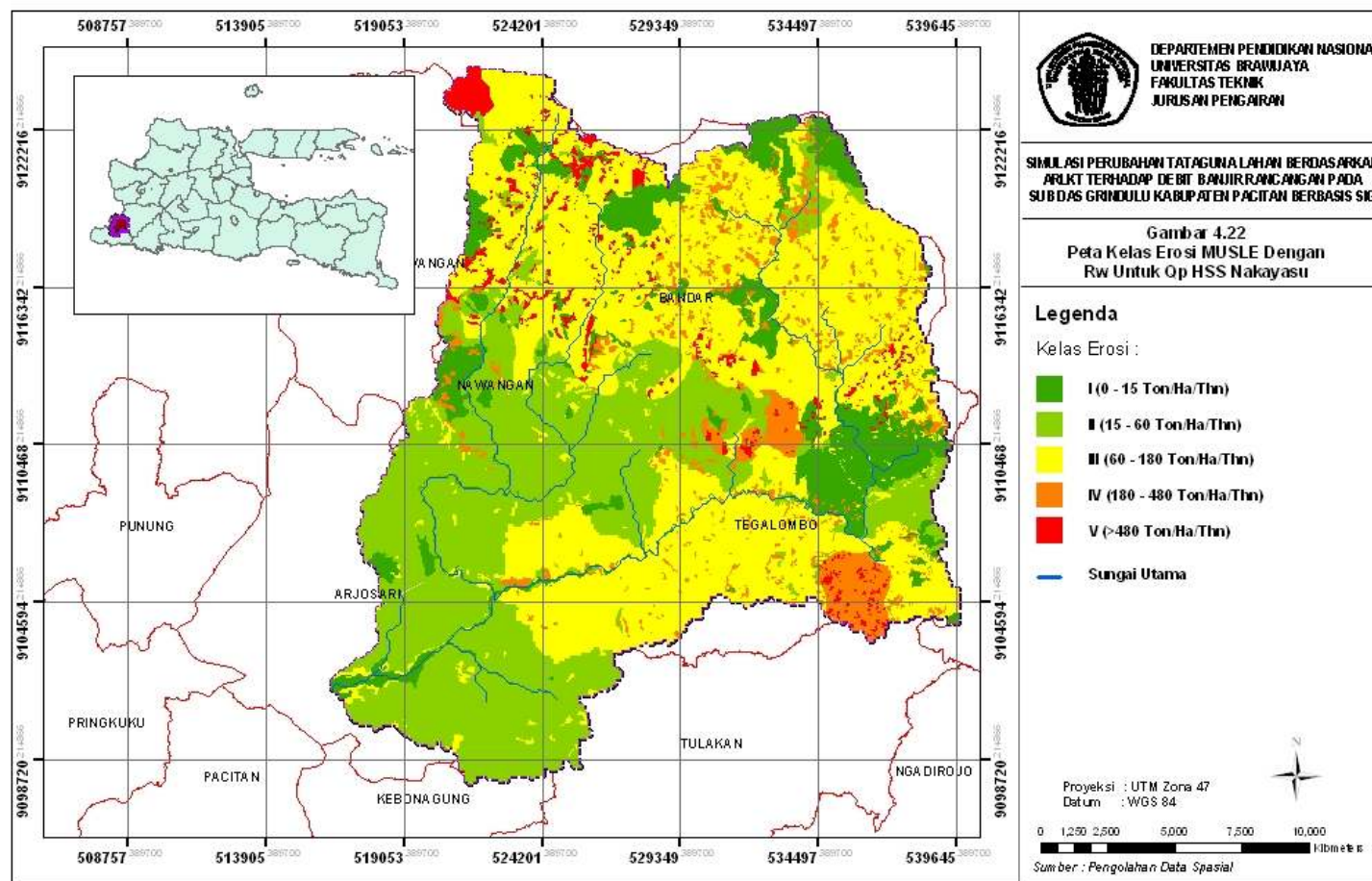
Metode	Total Erosi (ton/th)	Erosi (ton/ha/th)	Laju Erosi (cm/th)
MUSLE (Rw untuk Qp HSS NAKAYASU)	3626027,439	89,929	0,562
MUSLE (Rw untuk Qp Rasional Modifikasi)	2275194,471	56,427	0,353

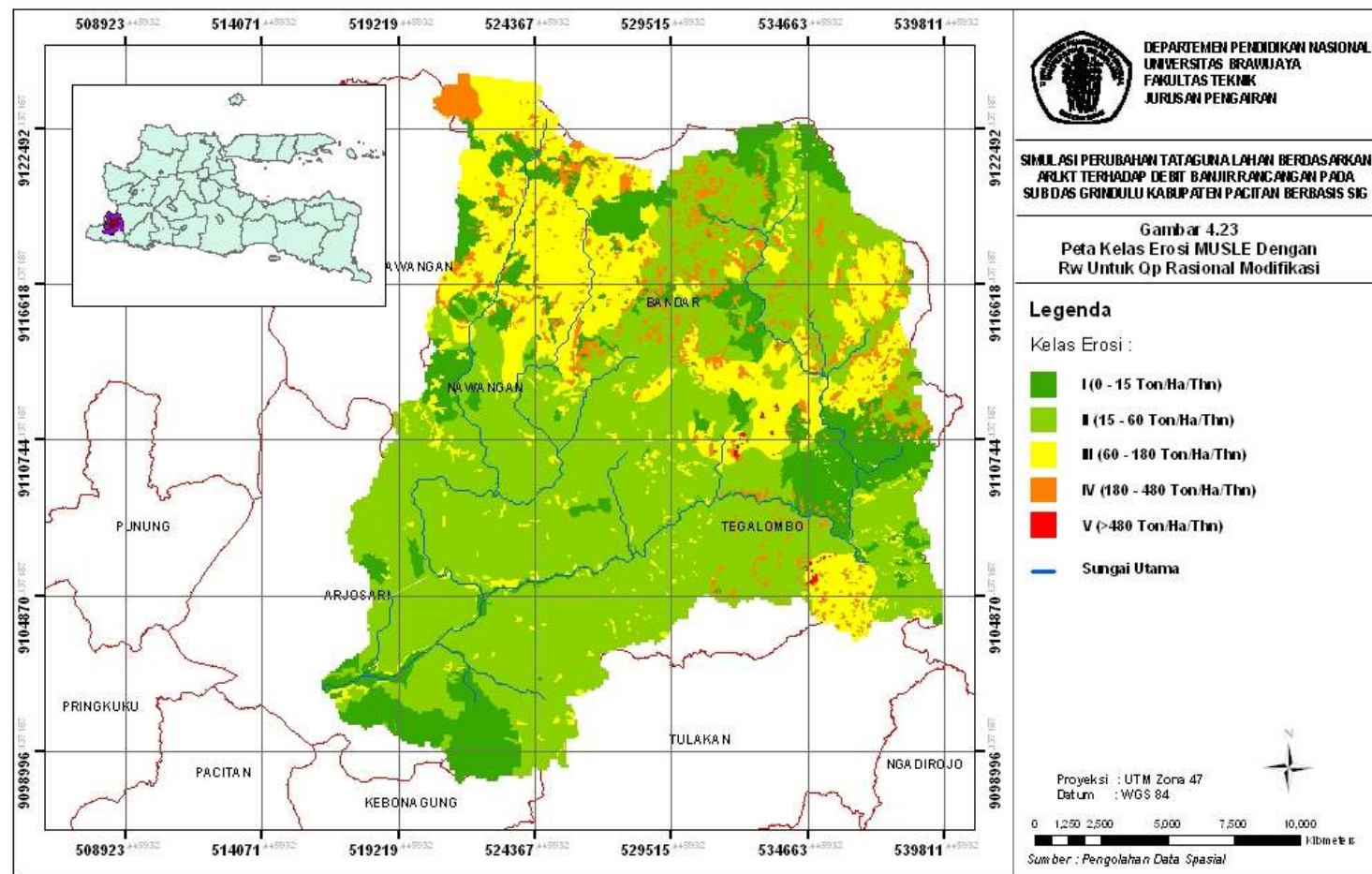
Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan analisa dari metode MUSLE, maka metode MUSLE dengan indeks erosivitas limpasan permukaan (Rw) untuk debit puncak banjir (Qp) HSS Nakayasu, merupakan metode yang dianggap mewakili dalam menentukan besar erosi yang terjadi di Sub DAS Grindulu karena faktor utama yang menyebabkan terjadinya erosi adalah adanya banjir. Selain itu, Metode MUSLE dengan Rw untuk Qp HSS Nakayasu memberikan hasil erosi yang lebih besar dari pada metode MUSLE dengan Rw untuk Qp Rasional Modifikasi, sehingga dianggap lebih aman dalam menentukan bagaimana arahan rehabilitasi lahan yang tepat di sub DAS Grindulu. Perhitungan erosi dengan metode MUSLE dengan Rw untuk Qp dari HSS Nakayasu, selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

4.4.6.1 Penggambaran Peta Erosi Sub DAS Grindulu

Penggambaran peta erosi sub DAS Grindulu, digambarkan berdasarkan kelas erosinya. Peta kelas erosi dengan indeks erosivitas limpasan permukaan untuk Qp HSS Nakayasu dapat dilihat pada gambar 4.22, sedangkan peta kelas erosi dengan indeks erosivitas limpasan permukaan untuk Qp Rasional Modifikasi dapat dilihat pada gambar 4.23.





4.5 Analisa Tingkat Bahaya Erosi Dan Kekritisan Lahan

Dalam menentukan arahan rehabilitasi lahan yang tepat di sub DAS Grindulu, maka informasi yang penting untuk diperhatikan adalah bagaimana tingkat bahaya erosi yang terjadi. Dalam studi ini tingkat bahaya erosi dapat ditentukan berdasarkan keputusan Dirjen RLKT (Departemen Kehutanan) yang memperhitungkan faktor kedalaman solum tanah dan kelas erosi. Berdasarkan analisa tingkat bahaya erosi, maka dapat diketahui bagaimana kondisi kekritisan lahannya. Hasil analisa tingkat bahaya erosi dan kekritisan lahan dengan perhitungan erosi metode MUSLE, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.47 Tingkat Bahaya Erosi dan Kekritisan Lahan (MUSLE dengan Qp HSS Nakayasu) sub DAS Grindulu

No	TBE	Kekritisan	Luas (ha)	Prosentase (%)
1	Sangat Berat	Sangat Kritis	2492,238	6,181
2	Berat	Kritis	8846,157	21,939
3	Sedang	Semi Kritis	20061,021	49,753
4	Ringan	Semi Kritis	6264,488	15,537
5	Sangat Ringan	Potensial Kritis	2657,045	6,590
TOTAL			40320,949	100

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.48 Tingkat Bahaya Erosi dan Kekritisan Lahan (MUSLE dengan Qp Rasional Modifikasi) sub DAS Grindulu

No	TBE	Kekritisan	Luas (ha)	Prosentase (%)
1	Sangat Berat	Sangat Kritis	808,843	2,006
2	Berat	Kritis	4175,267	10,355
3	Sedang	Semi Kritis	20042,357	49,707
4	Ringan	Semi Kritis	12364,213	30,664
5	Sangat Ringan	Potensial Kritis	2930,269	7,267
TOTAL			40320,949	100

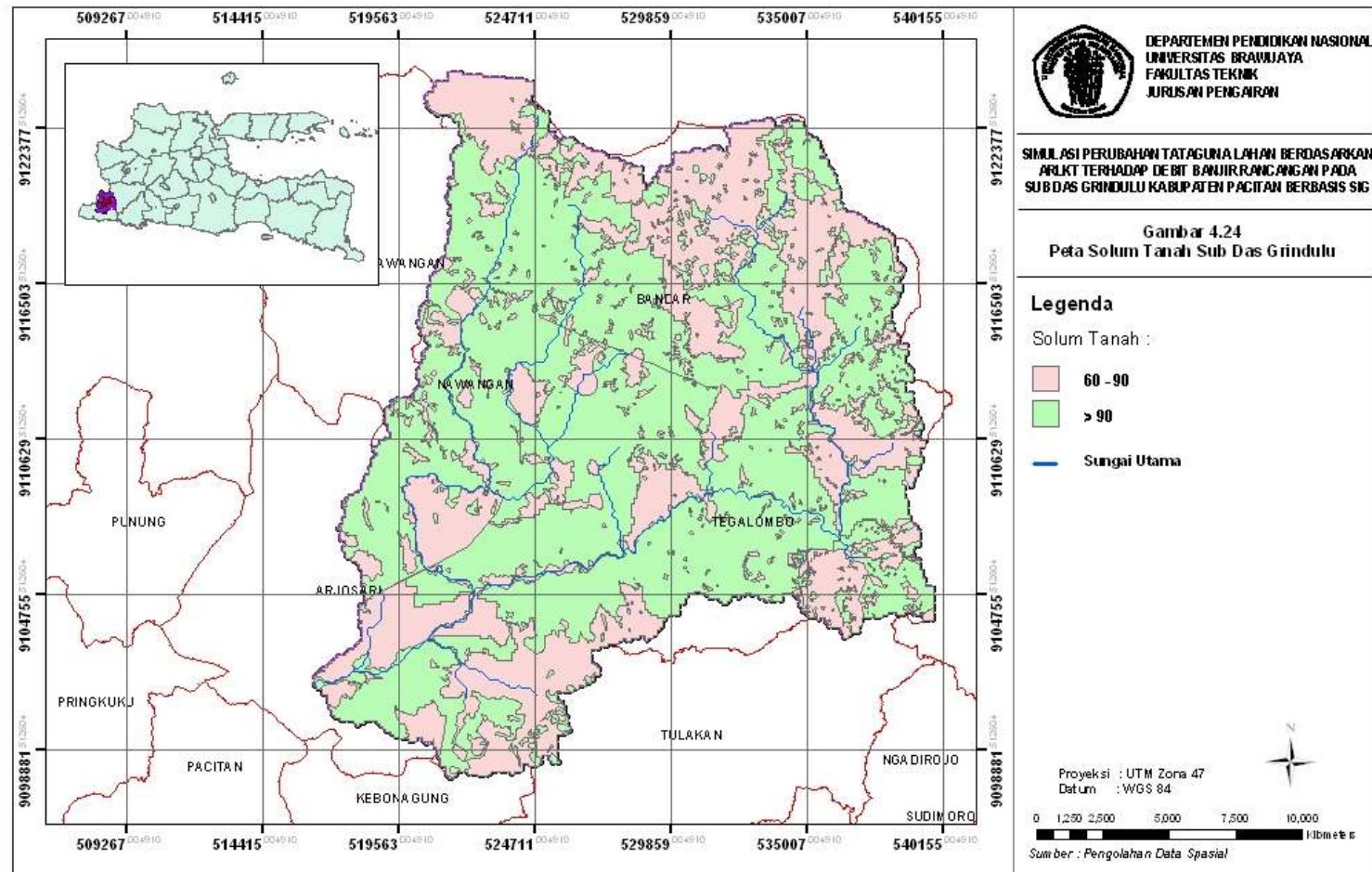
Sumber : Hasil Analisa

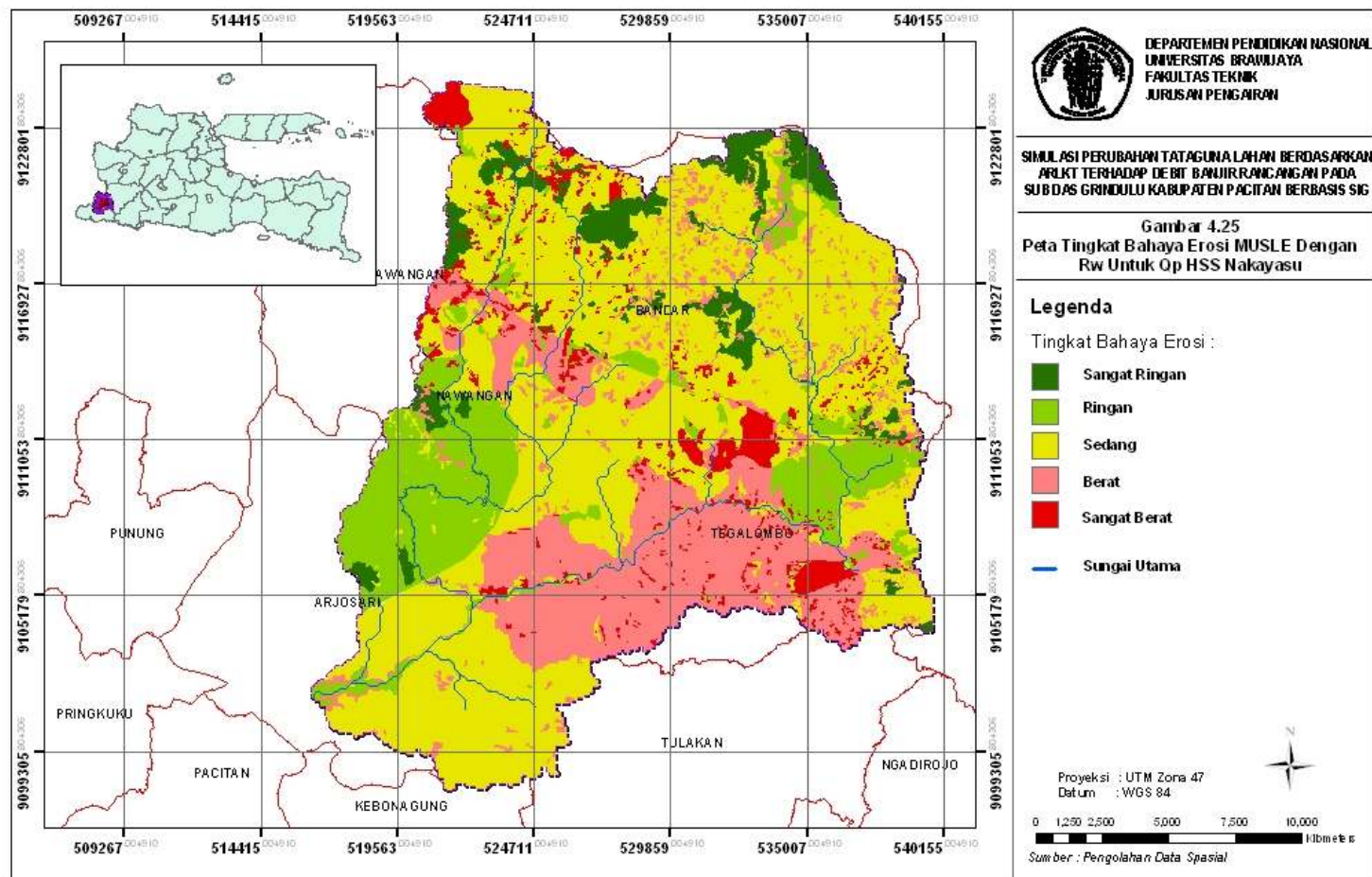
Berdasarkan metode perhitungan erosi yang dipilih yaitu metode MUSLE dengan R_w untuk Q_p HSS Nakayasu, maka dapat diketahui dari tabel 4.47 bahwa tingkat bahaya erosi di sub DAS Grindulu adalah sangat kritis, sehingga kondisi lahannya juga sangat kritis. Analisa tingkat bahaya erosi dan kekritisan lahan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

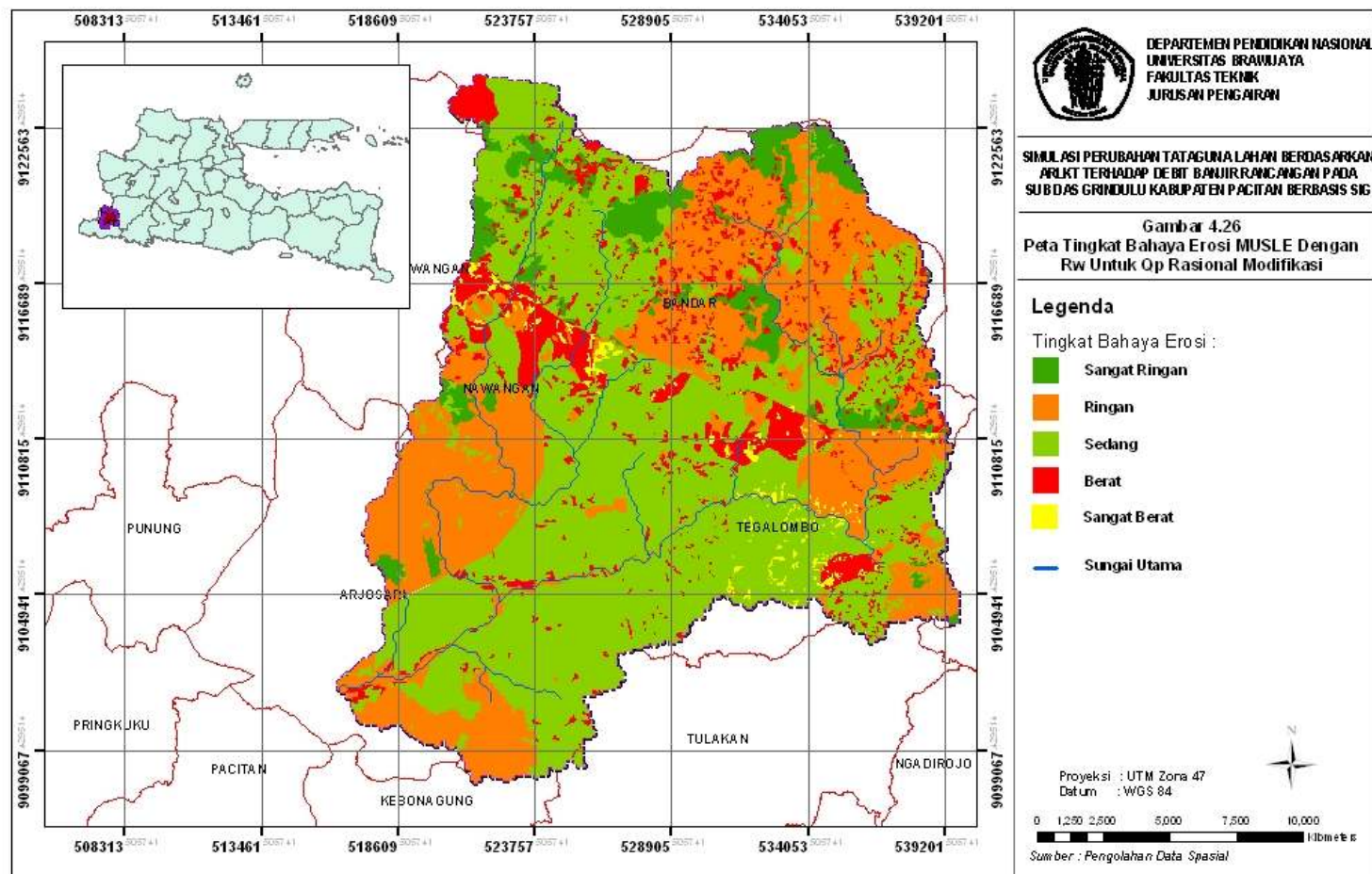
4.5.1 Penggambaran Peta Solum Tanah dan Peta Tingkat Bahaya Erosi Sub DAS Grindulu

Penggambaran peta solum tanah dapat dilihat pada gambar 4.24, sedangkan penggambaran peta tingkat bahaya erosi sub DAS Grindulu dengan perhitungan erosi metode MUSLE dengan R_w untuk Q_p HSS Nakayasu dapat dilihat pada gambar 4.25 dan peta tingkat bahaya erosi sub DAS Grindulu dengan perhitungan erosi metode MUSLE dengan R_w untuk Q_p Rasional Modifikasi dapat dilihat pada gambar 4.26.









4.6 Analisa Klasifikasi Kemampuan Lahan

Langkah pertama dari usaha konservasi tanah adalah menggunakan tanah sesuai dengan kemampuannya. Kemampuan lahan adalah kemampuan suatu lahan untuk digunakan sebagai usaha pertanian yang paling intensif dengan memperhatikan perlakuan yang harus diberikan agar tidak menyebabkan kerusakan tanah karena erosi (Utomo, 1994 : 74). Sesuai dengan metode perhitungan erosi yang dipilih yaitu metode MUSLE dengan R_w untuk Q_p HSS Nakayasu, maka dalam menentukan klasifikasi kemampun lahan di sub DAS Grindulu digunakan kriteria menurut Keputusan Direktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Hasil analisa tingkat kemampuan lahan sub DAS Grindulu dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.49 Klasifikasi Kemampuan Lahan pada tiap sub-sub DAS Kromong

No	Sub-sub DAS	Luas (ha)	Slope (%)	Kedalaman Solum Tanah (cm)	Tingkat Bahaya Erosi	Klasifikasi Kemampuan Lahan
1	1	213,901	19,451	>90	Berat	IVe
2	1	436,367	19,451	>90	Sangat Ringan	IVg
3	1	1032,035	19,451	>90	Sedang	IVe
4	2	133,510	17,173	>90	Berat	IVe
5	2	293,262	17,173	>90	Ringan	IVg
6	2	249,255	17,173	>90	Sangat Ringan	IVg
7	2	218,973	17,173	>90	Sedang	IVe
8	3	254,199	21,588	>90	Berat	IVe
9	3	330,867	21,588	>90	Sangat Ringan	IVg
10	3	1658,934	21,588	>90	Sedang	IVe
11	4	90,229	23,2657	>90	Berat	IVe
12	4	10,003	23,2657	>90	Sangat Ringan	IVg
13	4	815,767	23,2657	>90	Sedang	IVe
14	5	24,022	31,4429	>90	Ringan	Vg
15	5	10,720	31,4429	>90	Sangat Ringan	Vg
16	5	10,257	31,4429	>90	Sedang	VIIs
17	6	168,332	18,308	>90	Berat	IVe
18	6	15,421	18,308	>90	Sangat Ringan	IVg
19	6	1137,245	18,308	>90	Sedang	IVe
20	7	518,206	24,332	60 - 90	Berat	IVe
21	7	125,187	24,332	>90	Ringan	IVg
22	7	68,428	24,332	60 - 90	Ringan	IVg
23	7	233,688	24,332	>90	Sangat Berat	VIIe
24	7	66,456	24,332	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
25	7	425,736	24,332	>90	Sangat Ringan	IVg
26	7	1496,498	24,332	>90	Sedang	IVe
27	7	577,015	24,332	60 - 90	Sedang	IVe



No	Sub-sub DAS	Luas (ha)	Slope (%)	Kedalaman Solum Tanah (cm)	Tingkat Bahaya Erosi	Klasifikasi Kemampuan Lahan
28	8	120,015	22,418	>90	Berat	IVe
29	8	202,437	22,418	60 - 90	Berat	IVe
30	8	106,347	22,418	>90	Ringan	IVg
31	8	23,021	22,418	60 - 90	Ringan	IVg
32	8	49,083	22,418	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
33	8	63,916	22,418	>90	Sangat Ringan	IVg
34	8	516,674	22,418	>90	Sedang	IVe
35	8	479,835	22,418	60 - 90	Sedang	IVe
36	9	64,895	26,715	60 - 90	Berat	VIe
37	9	160,799	26,715	>90	Ringan	Vg
38	9	281,876	26,715	60 - 90	Ringan	Vg
39	9	102,800	26,715	>90	Sangat Berat	VIIe
40	9	21,720	26,715	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
41	9	20,028	26,715	>90	Sangat Ringan	Vg
42	9	603,818	26,715	>90	Sedang	VIIs
43	9	135,067	26,715	60 - 90	Sedang	VIIs
44	10	97,419	21,187	>90	Berat	IVe
45	10	27,277	21,187	60 - 90	Berat	IVe
46	10	329,298	21,187	60 - 90	Ringan	IVg
47	10	22,358	21,187	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
48	10	101,298	21,187	>90	Sangat Ringan	IVg
49	10	239,813	21,187	>90	Sedang	IVe
50	10	78,758	21,187	60 - 90	Sedang	IVe
51	11	72,169	23,717	>90	Berat	IVe
52	11	306,999	23,717	60 - 90	Berat	IVe
53	11	925,532	23,717	>90	Ringan	IVg
54	11	248,887	23,717	60 - 90	Ringan	IVg
55	11	435,912	23,717	>90	Sangat Berat	VIIe
56	11	173,180	23,717	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
57	11	545,994	23,717	>90	Sangat Ringan	IVg
58	11	2020,493	23,717	>90	Sedang	IVe
59	11	485,259	23,717	60 - 90	Sedang	IVe
60	12	22,067	29,512	>90	Berat	VIe
61	12	64,691	29,512	60 - 90	Berat	VIe
62	12	25,242	29,512	>90	Ringan	Vg
63	12	53,258	29,512	60 - 90	Ringan	Vg
64	12	65,330	29,512	>90	Sangat Berat	VIIe
65	12	187,542	29,512	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
66	12	228,274	29,512	>90	Sedang	VIIs
67	12	799,658	29,512	60 - 90	Sedang	VIIs

No	Sub-sub DAS	Luas (ha)	Slope (%)	Kedalaman Solum Tanah (cm)	Tingkat Bahaya Erosi	Klasifikasi Kemampuan Lahan
68	13	31,379	32,733	60 - 90	Berat	Vle
69	13	107,925	32,733	>90	Ringan	Vg
70	13	16,886	32,733	60 - 90	Ringan	Vg
71	13	13,537	32,733	>90	Sangat Ringan	Vg
72	13	16,683	32,733	>90	Sedang	Vls
73	13	528,587	32,733	60 - 90	Sedang	Vls
74	14	31,544	34,584	>90	Berat	Vle
75	14	1541,985	34,584	60 - 90	Berat	Vle
76	14	10,048	34,584	>90	Ringan	Vg
77	14	403,153	34,584	60 - 90	Ringan	Vg
78	14	12,395	34,584	>90	Sangat Berat	VIIe
79	14	500,628	34,584	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
80	14	159,648	34,584	60 - 90	Sedang	Vls
81	15	48,860	31,146	60 - 90	Berat	Vle
82	15	261,969	31,146	60 - 90	Ringan	Vg
83	15	456,282	31,146	60 - 90	Sedang	Vls
84	16	222,502	32,122	60 - 90	Berat	Vle
85	16	458,201	32,122	>90	Berat	Vle
86	16	42,771	32,122	60 - 90	Ringan	Vg
87	16	160,421	32,122	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
88	16	74,835	32,122	>90	Sangat Berat	VIIe
89	16	55,380	32,122	>90	Sangat Ringan	Vg
90	16	16,265	32,122	60 - 90	Sedang	Vls
91	16	462,929	32,122	>90	Sedang	Vls
92	17	119,366	32,566	60 - 90	Berat	Vle
93	17	31,846	32,566	>90	Ringan	Vg
94	17	60,965	32,566	60 - 90	Ringan	Vg
95	17	10,391	32,566	>90	Sangat Berat	VIIe
96	17	18,278	32,566	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
97	17	14,834	32,566	>90	Sangat Ringan	Vls
98	17	1249,588	32,566	60 - 90	Sedang	Vls
99	18	1409,368	36,679	60 - 90	Berat	Vle
100	18	36,326	36,679	60 - 90	Ringan	Vg
101	18	79,305	36,679	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
102	19	40,737	33,453	60 - 90	Berat	Vle
103	19	1662,428	33,453	>90	Ringan	Vg
104	19	24,161	33,453	60 - 90	Ringan	Vg
105	19	86,586	33,453	>90	Sangat Ringan	Vg
106	19	79,754	33,453	>90	Sedang	Vls
107	19	407,716	33,453	60 - 90	Sedang	Vls

No	Sub-sub DAS	Luas (ha)	Slope (%)	Kedalaman Solum Tanah (cm)	Tingkat Bahaya Erosi	Klasifikasi Kemampuan Lahan
108	20	2395,352	33,5662	60 - 90	Berat	Vle
109	20	74,131	33,5662	60 - 90	Ringan	Vg
110	20	107,914	33,5662	60 - 90	Sangat Berat	VIIe
111	20	10,007	33,5662	>90	Sedang	Vls
112	20	70,461	33,5662	60 - 90	Sedang	Vls
113	21	13,898	39,263	60 - 90	Berat	Vle
114	21	26,907	39,263	60 - 90	Ringan	Vg
115	21	453,195	39,263	60 - 90	Sedang	Vls
116	22	21,431	37,818	60 - 90	Berat	Vle
117	22	20,510	37,818	60 - 90	Ringan	Vg
118	22	242,059	37,818	60 - 90	Sedang	Vls
119	23	37,729	15,383	60 - 90	Berat	IVe
120	23	10,574	15,383	60 - 90	Ringan	IVg
121	23	776,700	15,383	60 - 90	Sedang	IVe
122	24	52,997	24,583	60 - 90	Berat	IVe
123	24	20,013	24,583	60 - 90	Ringan	IVg
124	24	1266,983	24,583	60 - 90	Sedang	IVe
125	25	19,733	24,411	60 - 90	Berat	Vle
126	25	585,807	24,411	>90	Ringan	IVg
127	25	35,903	24,411	60 - 90	Ringan	Vg
128	25	86,074	24,411	>90	Sangat Ringan	IVg
129	25	16,185	24,411	>90	Sedang	IVe
130	25	450,374	24,411	60 - 90	Sedang	IVe
131	26	25,000	31,782	60 - 90	Berat	Vle
132	26	93,854	31,782	60 - 90	Ringan	Vg
133	26	544,145	31,782	60 - 90	Sedang	Vls
134	27	85,594	17,881	60 - 90	Berat	IVe
135	27	103,152	17,881	60 - 90	Ringan	IVg
136	27	584,253	17,881	60 - 90	Sedang	IVe
Total		40320,949				

Sumber : Hasil Analisa

Keterangan :

e = erosi s = kedalaman tanah g = gradien lereng

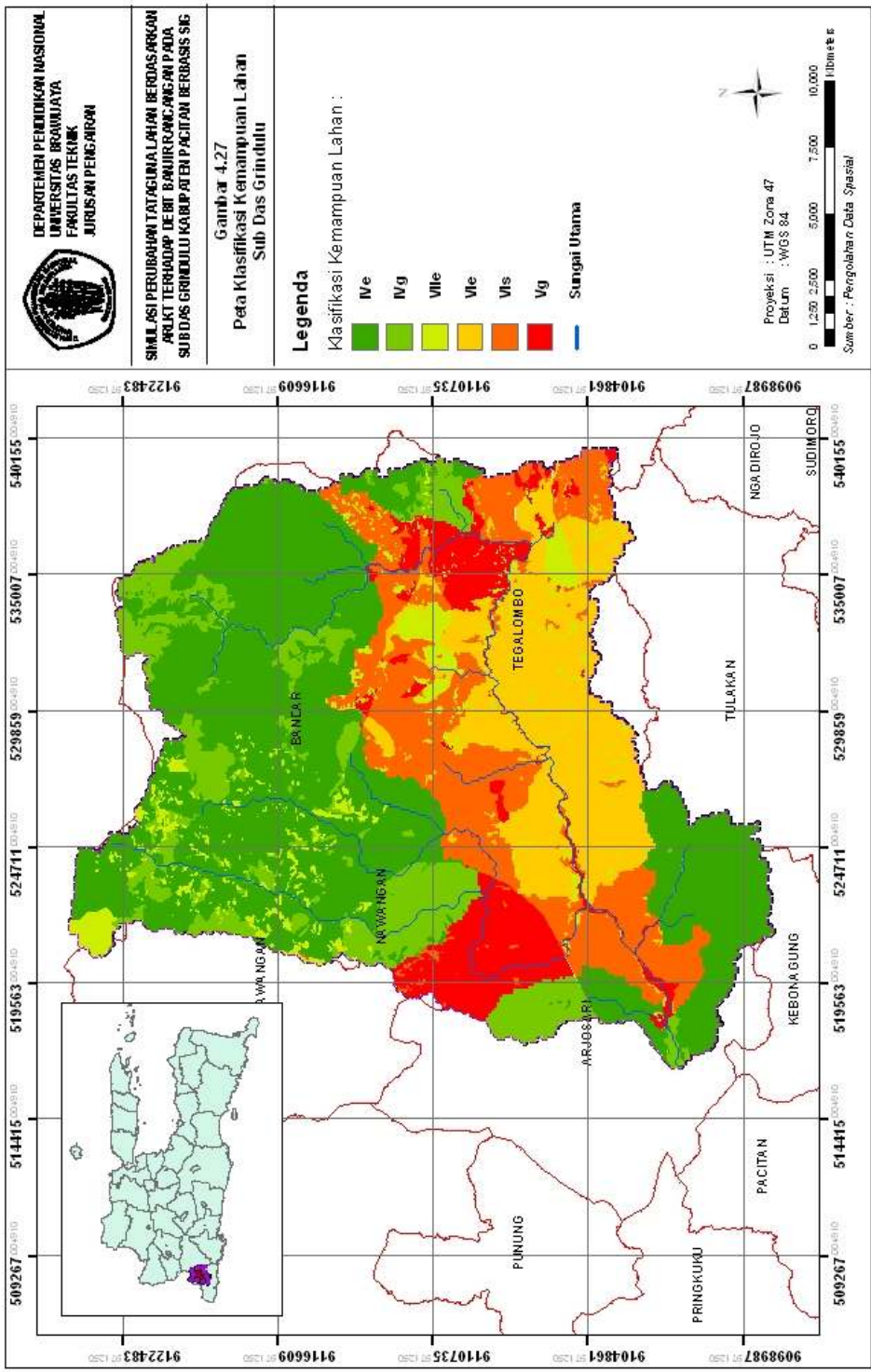
Dari tabel 4.49, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar daerah sub DAS Grindulu termasuk dalam klas VII. Kelas VII mempunyai pembatas fisik yang cukup berat, karena terletak pada lereng yang curam, telah tererosi berat, kasar, dan dangkal, sehingga tidak sesuai untuk segala bentuk tanaman pertanian. Klas VII hanya sesuai untuk perlindungan DAS.



4.6.1 Penggambaran Peta Klasifikasi Kemampuan Lahan

Penggambaran peta klasifikasi kemampuan lahan sub DAS Grindulu dapat dilihat pada gambar 4.27.





4.7 Rekomendasi ARLKT (Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah)

4.7.1 Arahan Fungsi Kawasan

Dalam merekomendasikan ARLKT (Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah), maka perlu diketahui bagaimana fungsi kawasan yang sesuai di sub DAS Grindulu. Arahan fungsi kawasan di sub DAS Grindulu dianalisa berdasarkan kriteria Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (BRLKT) Departemen Kehutanan.

Selain berdasarkan kemampuan penggunaan lahan, arahan penggunaan lahan juga ditekankan pada fungsi masing-masing kawasan seperti kawasan lindung, kawasan penyangga atau kawasan budidaya. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penetapan fungsi kawasan yaitu :

- Kemiringan lereng
- Jenis tanah
- Intensitas hujan harian rata-rata

Setiap faktor dibagi menjadi beberapa kelas dimana setiap kelas memiliki nilai skor yang berbeda. Untuk penetapan fungsi kawasan ditentukan dengan menjumlahkan ketiga nilai skor tersebut.

Contoh analisa penetapan fungsi kawasan pada Sub DAS 1 sub lahan 1 :

- Jenis tanah = Komplet Litosol Coklat Kemerahan, nilai skor = 75 (tabel 2.15)
- Kemiringan lereng = 19,451, nilai skor = 60 (tabel 2.14)
- Intensitas hujan harian rata-rata = 13,46 mm/hari, nilai skor = 10 (tabel 2.16)
- Jumlah skor ketiga faktor = $75 + 60 + 10 = 145$, sehingga penetapan fungsi kawasan lebih ditekankan sebagai kawasan Penyangga.

Hasil analisa arahan fungsi kawasan di sub DAS Grindulu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.50 Arahan Fungsi Kawasan Sub DAS Grindulu

No	Arahan Fungsi Kawasan	Luas (ha)	Prosentase (%)
1	Kawasan Budidaya	7579,467	18,798
2	Kawasan Penyangga	32741,482	81,202
Total		40320,949	100

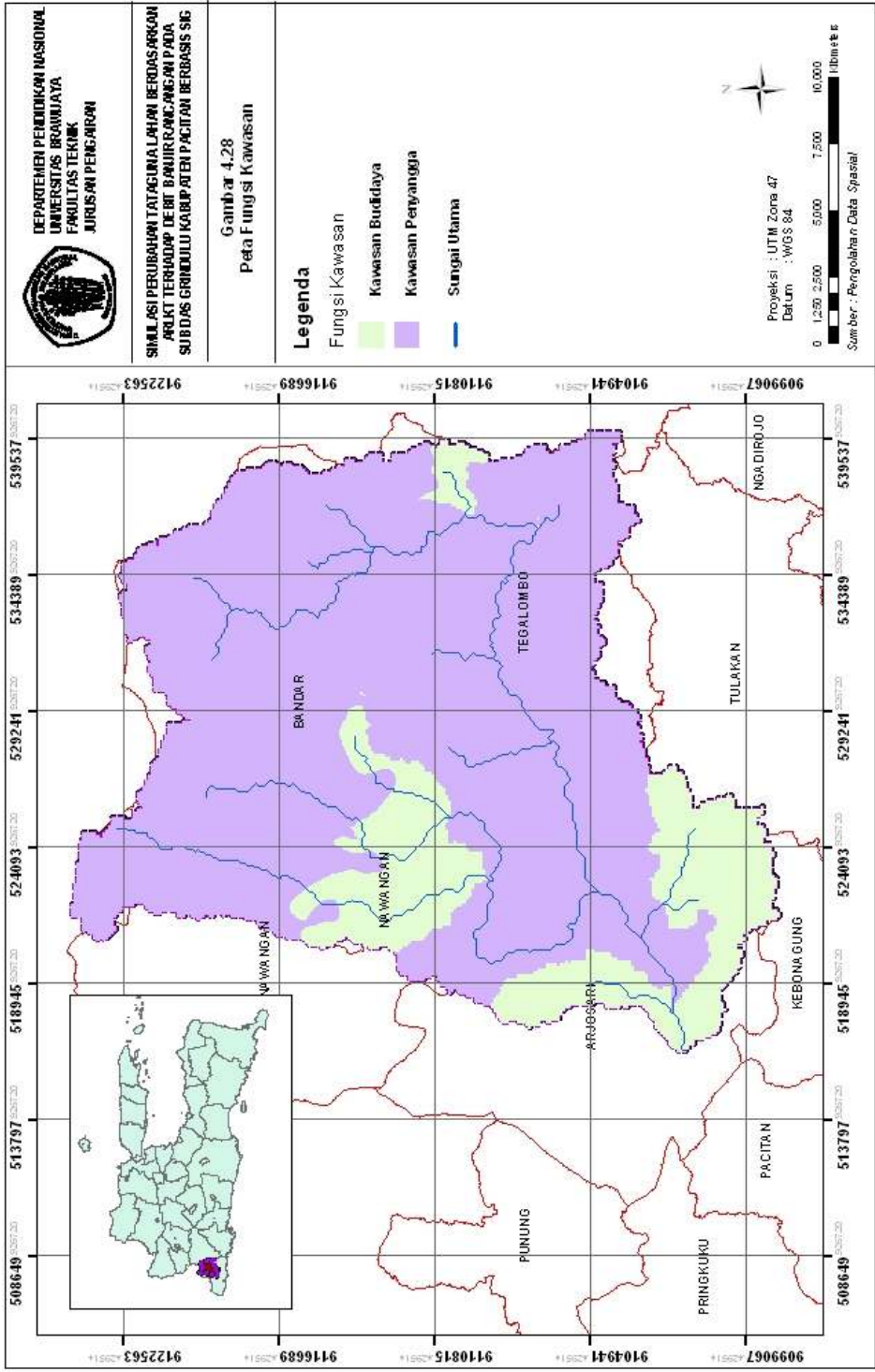
Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa terhadap fungsi kawasan, dapat diketahui bahwa sebagian besar lahan di Sub DAS Grindulu lebih ditekankan sebagai kawasan budidaya dan kawasan penyangga. Misalnya untuk kawasan lindung, maka lebih diutamakan sebagai daerah perlindungan untuk mata air, jalur pengaman sungai dan lain sebagainya. Untuk kawasan penyangga dapat digunakan untuk budidaya pertanian apabila memungkinkan. Sedangkan



untuk kawasan budidaya maka dapat digunakan untuk usaha pertanian seperti sawah, tegalan dan perkebunan. Penggambaran peta arahan fungsi kawasan sub DAS Grindulu dapat dilihat pada gambar 4.28.





4.7.2 Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah

Dengan mempertimbangkan beberapa aspek analisa yang telah dilakukan sebelumnya yaitu tingkat bahaya erosi, kekritisian lahan, klasifikasi kemampuan lahan, dan arahan fungsi kawasan, maka dapat direkomendasikan suatu arahan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah yang diharapkan cukup optimal dan efektif dalam pengendalian erosi serta banjir. Rekomendasi arahan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah di sub DAS Grindulu dengan kondisi tata guna lahan eksisting dapat dilihat dalam tabel 4.51 berikut :



Tabel 4.51 Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Sub DAS Grindulu Kab. Pacitan

No	TTG Eksisting	Luas (ha)	Prosentase (%)	Arahan Rehabilitasi Lahan
1	Semak Belukar	2949,153	7,314	Budidaya tanaman pertanian umum, agroforestry, padang rumput, hutan produksi
2	Semak Belukar	6249,831	15,500	Agroforestry, hutan produksi, padang rumput
3	Semak Belukar	259,942	0,645	Hutan, padang rumput, agroforestry
4	Semak Belukar	1361,770	3,377	Padang rumput, agroforestry, hutan, budidaya tanaman pertanian umum
5	Hutan	1695,120	4,204	Budidaya tanaman pertanian umum, agroforestry, padang rumput, hutan produksi
6	Kebun	1465,891	3,636	Budidaya tanaman pertanian umum, agroforestry, padang rumput, hutan produksi
7	Kebun	1314,513	3,260	Padang rumput, agroforestry, hutan, budidaya tanaman pertanian umum
8	Kebun	300,176	0,744	Agroforestry, hutan produksi, padang rumput
9	Pemukiman	1394,681	3,459	Budidaya tanaman pertanian umum, agroforestry, padang rumput, hutan produksi
10	Pemukiman	1695,545	4,205	Hutan, padang rumput, agroforestry
11	Pemukiman	380,600	0,944	Agroforestry, hutan produksi, padang rumput
12	Sawah Irigasi	136,772	0,339	Padang rumput, agroforestry, hutan, budidaya tanaman pertanian umum
13	Sawah Irigasi	178,084	0,442	Budidaya tanaman pertanian umum, agroforestry, padang rumput, hutan produksi
14	Sawah Tadah Hujan	9627,998	23,878	Budidaya tanaman pertanian umum, agroforestry, padang rumput, hutan produksi
15	Sawah Tadah Hujan	1740,621	4,317	Agroforestry, hutan produksi, padang rumput
16	Sawah Tadah Hujan	211,837	0,525	Hutan, padang rumput, agroforestry
17	Sawah Tadah Hujan	174,302	0,432	Padang rumput, agroforestry, hutan, budidaya tanaman pertanian umum
18	Tegalan / Tanah Ladang	3847,087	9,541	Budidaya tanaman pertanian umum, agroforestry, padang rumput, hutan produksi
19	Tegalan / Tanah Ladang	4266,836	10,582	Agroforestry, hutan produksi, padang rumput
20	Tegalan / Tanah Ladang	194,912	0,483	Hutan, padang rumput, agroforestry
21	Tegalan / Tanah Ladang	427,492	1,060	Padang rumput, agroforestry, hutan, budidaya tanaman pertanian umum
Total		40320,949	100	

Sumber : Hasil Analisa

4.8 Simulasi Tata Guna Lahan

Simulasi penggunaan lahan dalam studi ini didasarkan atas analisa terhadap kemampuan penggunaan lahan dan fungsi kawasan. Salah satu fungsinya adalah sebagai acuan dalam menentukan rencana pemanfaatan lahan yang berhubungan dengan tindakan konservasi tanah.

Tujuan dari konservasi tanah adalah menjaga agar struktur tanah tidak terdispersi, dan mengatur kekuatan gerak dan jumlah aliran permukaan sehingga mengurangi besarnya limpasan permukaan dan dapat mengurangi besarnya laju erosi. Metode konservasi dalam studi ini lebih diutamakan dengan menggunakan metode vegetatif dan metode mekanik. Metode vegetatif memanfaatkan bagian-bagian dari tanaman untuk menahan air hujan agar tidak langsung mengenai tanah misalnya daun, batang dan ranting. Selain itu akar tanaman juga berfungsi untuk memperbesar kapasitas infiltrasi tanah. Sedangkan pada metode mekanik bertujuan untuk memperkecil laju limpasan permukaan, sehingga daya rusaknya berkurang untuk menampung limpasan permukaan kemudian mengalirkannya melalui bangunan atau saluran yang telah dipersiapkan. Tindakan konservasi tanah dapat merubah nilai P atau faktor pengelolaan tanah sehingga dapat merubah besarnya laju erosi.

Misalnya pada kawasan hutan maka tindakan konservasi yang dapat dilakukan berupa penghijauan atau reboisasi. Kemudian untuk lahan yang digunakan sebagai sawah irigasi, tegalan atau kebun dapat dilakukan pembuatan teras atau dengan pergiliran tanaman tergantung dengan kondisi lahan dan tanaman yang ada. Tindakan konservasi pada masing-masing lahan dapat dilihat pada lampiran.

Dari hasil analisa sebelumnya diperoleh hasil bahwa sekitar 11.000 ha lahan pada Sub DAS Grindulu merupakan lahan dengan tingkat bahaya erosi berat dan sangat berat sehingga diperlukan penanganan yang tepat guna mengurangi laju erosi yang terjadi pada lahan tersebut salah satunya adalah dengan perubahan penggunaan lahan. Misalnya lahan dengan kemampuan penggunaan lahan kelas IV maka berdasarkan tabel deskripsi kelas kemampuan lahan lebih sesuai untuk Budidaya tanaman pertanian umum, agroforestry, padang rumput, hutan produksi. Kemudian lahan dengan fungsi kawasan sebagai kawasan lindung maka lebih sesuai apabila dimanfaatkan kawasan hutan lindung.

Dengan merubah penggunaan lahan maka akan merubah faktor C atau faktor tanaman sehingga memungkinkan terjadinya perubahan nilai laju erosi. Misalnya lahan yang digunakan sebagai tegalan memiliki nilai C yang besar sehingga laju erosi yang terjadi pada lahan tersebut juga akan semakin besar. Untuk itu diperlukan perubahan seperti misalnya menggantinya dengan hutan yang memiliki nilai C yang lebih kecil

sehingga memungkinkan terjadinya penurunan laju erosi pada lahan tersebut. Berdasarkan hasil analisa maka dapat direkomendasikan tata guna lahan baru seperti pada tabel 4.52 berikut.

Tabel 4.52. Tata Guna Lahan Hasil Simulasi

Tata Guna Lahan	Luas (ha)	Prosentase (%)	Nilai C
Hutan	4017,219	9,963	0,001
Hutan Produksi	10455,000	25,929	0,20
Kebun / Perkebunan	5042,662	12,506	0,20
Pemukiman	2345,328	5,817	1,00
Sawah Irigasi	12079,468	29,958	0,01
Tegalan / Ladang	6381,270	15,826	0,70
Total	40320,949	100	

Sumber : Hasil analisa

4.8.1. Analisa Laju Erosi Berdasarkan Tata Guna Lahan Simulasi

Simulasi penggunaan lahan yang baru bertujuan untuk mengetahui besarnya pengurangan laju erosi pada Sub DAS Grindulu sehingga dapat diketahui. Penggunaan lahan baru didasarkan atas hasil analisa terhadap kemampuan penggunaan lahan dan arahan fungsi kawasan. Untuk lebih lengkapnya simulasi penggunaan lahan baru dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan rekapitulasi perbandingan besarnya tingkat bahaya erosi pada tata guna lahan eksisting dengan tata guna lahan hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 4.53 berikut.

Tabel 4.53. Perbandingan Besarnya Tingkat Bahaya Erosi Pada Tata Guna Lahan Eksisting Dengan Tata Guna Lahan Hasil Simulasi

No	TBE	Luas Lahan Eksisting	Luas Lahan Simulasi
		(ha)	(ha)
1	Sangat Berat	2492,238	-
2	Berat	8846,157	-
3	Sedang	20061,021	3717,458
4	Ringan	6264,488	14293,453
5	Sangat Ringan	2657,045	22310,038
TOTAL		40320,949	40320,949

Sumber : Hasil analisa





Tabel 4.54. Rekapitulasi Penurunan Total Erosi pada Sub DAS Grindulu

Laju		Lahan Existing	Lahan Baru
Total Erosi (A)	(ton/thn)	3.626.027,439	1.055.246,333

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil simulasi terhadap penggunaan lahan baru dapat diketahui bahwa terjadi penurunan laju erosi dari semula 3.626.027,439 ton/thn menjadi 1.055.246,333 ton/thn atau sebesar 70,89 % dan kehilangan tanah sebesar 0,562 cm/th menjadi 0,164 cm/th.

4.8.1.1. Analisa Debit Banjir di *Outlet* Sub DAS Grindulu Berdasarkan Tata Guna Lahan Simulasi

Dalam analisa debit banjir di tiap outlet Sub Das Grindulu adalah dengan membandingkan perhitungan debit banjir HSS Nakayasu untuk penggunaan lahan eksisting dengan HSS Nakayasu untuk lahan simulasi. Hasil analisa debit banjir adalah sebagai berikut:

Tabel 4.55. Debit Banjir HSS Nakayasu di Tiap-Tipa Outlet Sub Das Grindulu

Sub-Sub Das	Q HSS Nakayasu (m3/dt)		Reduksi(m3/dt)	Keterangan
	Eksisting	Simulasi		
1	39,078	33,957	5,121	Tereduksi
2	21,786	19,071	2,715	Tereduksi
3	24,031	20,784	3,247	Tereduksi
4	18,609	15,640	2,969	Tereduksi
5	1,929	1,929	0,000	Tidak Tereduksi
6	54,848	56,731	-1,883	Tidak Tereduksi
7	30,018	25,494	4,524	Tereduksi
8	23,091	18,078	5,013	Tereduksi
9	25,844	23,436	2,408	Tereduksi
10	25,421	22,450	2,971	Tereduksi
11	40,825	33,339	7,486	Tereduksi
12	30,366	22,356	8,010	Tereduksi
13	11,207	8,515	2,692	Tereduksi
14	39,931	36,327	3,604	Tereduksi
15	17,209	17,341	-0,132	Tidak Tereduksi
16	55,003	51,216	3,787	Tereduksi
17	22,429	15,047	7,382	Tereduksi
18	26,429	21,023	5,406	Tereduksi
19	20,583	14,763	5,820	Tereduksi
20	34,102	24,151	9,951	Tereduksi
21	12,901	9,426	3,475	Tereduksi
22	7,411	4,572	2,839	Tereduksi
23	26,056	20,401	5,655	Tereduksi
24	23,303	16,948	6,355	Tereduksi
25	18,889	12,828	6,061	Tereduksi
26	10,533	7,378	3,155	Tereduksi
27	22,310	17,167	5,143	Tereduksi
Total	684,142	570,368		

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa semakin besar luas hutan, maka banjir dapat tereduksi. Sehingga, dalam mengatasi banjir di Sub DAS Grindulu dapat dilakukan dengan memperluas kawasan hutan. Dengan merubah sekitar 35,89 % lahan Sub DAS Grindulu menjadi wilayah hutan dan hutan produksi dapat mereduksi debit banjir sebesar 16,63%.



Tabel 4.56. Rekapitulasi Hasil Perhitungan

No	Sub DAS	Tata Guna Lahan				Koefisien Limp. C			Perubahan Laju Erosi (ton/th)			Debit (Q) (m³/dt)		
		Eksisting	Luas (km²)	Simulasi	Luas (km²)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)
1	1	Belukar	0.4061	Hutan	3.370	0.369	0.311	15.645	173625.596	11334.439	93.472	39.078	33.957	13.105
		Hutan	3.3766	Kebun	0.851									
		Kebun	0.8507	Sawah Irigasi	9.864									
		Permukiman	2.0390	Tegalan	2.396									
		Sawah Tadah Hujan	7.4187											
		Tanah Ladang	2.3956											
2	2	Hutan	2.393	Hutan	2.393	0.374	0.330	11.597	57851.371	8375.868	85.522	21.786	19.071	12.462
		Permukiman	1.235	Sawah Irigasi	2.833									
		Sawah Tadah Hujan	2.833	Tegalan	3.325									
		Tanah Ladang	2.090											
3	3	Hutan	1.953	Hutan	1.953	0.380	0.326	14.228	225331.411	17969.241	92.025	24.031	20.784	13.512
		Kebun	0.995	Kebun	0.994									
		Permukiman	2.442	Sawah Irigasi	14.573									
		Sawah Tadah Hujan	12.131	Tegalan	4.358									
		Tanah Ladang	4.358											
4	4	Permukiman	0.802	Kebun	0.803	0.399	0.377	-5.575	92002.990	12939.504	85.936	18.609	15.640	15.955
		Sawah Tadah Hujan	4.637	Sawah Irigasi	4.601									
		Tanah Ladang	3.457	Tegalan	3.456									
5	5	Permukiman	0.003	Permukiman	0.009	0.441	0.456	-3.358	468.021	263.157	43.772	19.29	19.29	0.000
		Sawah Tadah Hujan	0.014	Sawah Irigasi	0.014									
		Tanah Ladang	0.127	Tegalan	0.127									
6	6	Kebun	0.053	Hutan	0.053	0.362	0.395	-9.344	204118.368	31639.977	84.499	54.848	56.731	3.319
		Permukiman	1.585	Kebun	1.585									
		Sawah Tadah Hujan	19.146	Sawah Irigasi	19.146									
		Tanah Ladang	6.273	Tegalan	6.273									

No	Sub DAS	Tata Guna Lahan				Koefisien Limp. C			Perubahan Laju Erosi (ton/th)			Debit (Q) (m³/dt)		
		Eksisting	Luas (km²)	Simulasi	Luas (km²)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)
7	7	Belukar	0.700	Hutan	4.530	0.386	0.336	12.965	408483.014	32004.234	92.165	30.018	25.494	15.071
		Hutan	1.729	Kebun	3.013									
		Kebun	3.013	Permukiman	0.079									
		Permukiman	3.450	Sawah Irigasi	19.659									
		Sawah Tadah Hujan	19.146	Tegalan	7.030									
		Tanah Ladang	6.273											
8	8	Belukar	0.188	Hutan	0.391	0.370	0.308	16.810	137421.137	10743.410	92.182	23.091	18.078	21.710
		Kebun	0.666	Hutan Produksi	1.100									
		Permukiman	1.854	Kebun	0.919									
		Sawah Tadah Hujan	11.683	Permukiman	0.013									
		Tanah Ladang	0.409	Sawah Irigasi	11.877									
				Tegalan	0.512									
9	9	Belukar	0.276	Hutan	1.045	0.457	0.304	33.535	140627.380	46866.594	66.673	25.844	23.436	9.317
		Kebun	5.294	Hutan Produksi	4.750									
		Permukiman	1.224	Kebun	1.109									
		Sawah Tadah Hujan	3.452	Permukiman	0.046									
		Tanah Ladang	2.722	Sawah Irigasi	3.179									
				Tegalan	2.838									
10	10	Kebun	4.090	Hutan	0.123	0.495	0.420	15.263	70289.307	16132.114	77.049	25.421	22.450	11.687
		Permukiman	1.158	Hutan Produksi	0.874									
		Sawah Tadah Hujan	1.206	Kebun	4.064									
		Tanah Ladang	1.740	Permukiman	0.026									
				Sawah Irigasi	1.393									
				Tegalan	1.792									
11	11	Belukar	2.055	Hutan	12.398	0.376	0.303	19.365	695717.773	28424.591	95.914	40.825	33.339	18.337

No	Sub DAS	Tata Guna Lahan				Koefisien Limp. C			Perubahan Laju Erosi (ton/th)			Debit (Q) (m³/dt)		
		Eksisting	Luas (km²)	Simulasi	Luas (km²)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)
		Hutan	6.507	Hutan Produksi	0.034									
		Kebun	6.592	Kebun	3.664									
		Permukiman	6.513	Sawah Irigasi	29.444									
		Sawah Tadah Hujan	29.444	Tegalan	5.325									
		Tanah Ladang	2.676											
12	12	Belukar	6.813	Hutan	2.328	0.392	0.255	35.025	158825.712	33166.785	79.117	30.366	22.356	26.378
		Kebun	1.131	Hutan Produksi	6.462									
		Permukiman	1.481	Kebun	1.180									
		Sawah Tadah Hujan	4.063	Sawah Irigasi	3.516									
		Tanah Ladang	0.173	Tegalan	0.172									
13	13	Belukar	3.260	Hutan Produksi	3.152	0.394	0.327	17.208	23264.482	14660.867	36.982	11.207	8.515	24.021
		Permukiman	0.281	Permukiman	0.423									
		Sawah Tadah Hujan	0.778	Sawah Irigasi	0.778									
		Tanah Ladang	2.127	Tegalan	2.127									
14	14	Belukar	4.011	Hutan	4.930	0.451	0.250	44.503	267806.662	90219.812	66.312	39.931	36.327	9.026
		Kebun	4.241	Hutan Produksi	15.535									
		Permukiman	1.983	Kebun	4.2400									
		Sawah Tadah Hujan	2.562	Sawah Irigasi	0.885									
		Tanah Ladang	12.791											
15	15	Belukar	0.0001	Hutan Produksi	0.388	0.473	0.438	7.513	23871.349	8105.990	66.043	17.209	17.341	0.761
		Kebun	2.417	Kebun	2.417									
		Permukiman	0.388	Sawah Irigasi	0.449									
		Sawah Tadah Hujan	0.449	Tegalan	4.013									
		Tanah Ladang	4.013											
16	16	Belukar	0.526	Hutan	2.152	0.456	0.287	37.174	266938.341	99342.922	62.784	55.003	51.216	6.885

No	Sub DAS	Tata Guna Lahan				Koefisien Limp. C			Perubahan Laju Erosi (ton/th)			Debit (Q) (m³/dt)		
		Eksisting	Luas (km²)	Simulasi	Luas (km²)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)
		Kebun	0.844	Hutan Produksi	6.755									
		Permukiman	1.527	Kebun	0.844									
		Sawah Tadah Hujan	2.404	Sawah Irigasi	0.830									
		Tanah Ladang	8.839	Tegalan	3.549									
17	17	Belukar	8.944	Hutan	0.087	0.360	0.241	32.925	83248.034	41159.379	50.558	22.429	15.047	32.913
		Kebun	0.486	Hutan Produksi	9.959									
		Permukiman	0.491	Kebun	0.485									
		Sawah Tadah Hujan	3.805	Permukiman	0.005									
		Tanah Ladang	0.600	Sawah Irigasi	3.329									
				Tegalan	0.462									
18	18	Belukar	7.472	Hutan	0.693	0.414	0.198	52.097	104000.778	61168.295	41.185	26.429	21.023	20.455
		Kebun	0.049	Hutan Produksi	13.993									
		Permukiman	0.693	Kebun	0.048									
		Tanah Ladang	6.521											
19	19	Belukar	16.319	Hutan Produksi	11.383	0.382	0.339	11.272	123578.815	269368.461	54.123	20.583	14.763	28.276
		Kebun	0.519	Permukiman	2.045									
		Permukiman	1.005	Sawah Irigasi	1.264									
		Sawah Tadah Hujan	1.265	Tegalan	7.578									
		Tanah Ladang	2.924											
20	20	Belukar	18.840	Hutan	0.979	0.384	0.199	48.305	188584.358	110212.490	41.558	34.102	24.151	29.180
		Kebun	0.067	Hutan Produksi	23.894									
		Permukiman	0.979	Kebun	0.066									
		Sawah Tadah Hujan	0.605	Sawah Irigasi	0.604									
		Tanah Ladang	5.055	Tegalan	0.00001									
21	21	Belukar	4.080	Hutan Produksi	4.119	0.356	0.206	42.013	21002.236	13103.430	37.609	12.901	94.26	26.936

No	Sub DAS	Tata Guna Lahan				Koefisien Limp. C			Perubahan Laju Erosi (ton/th)			Debit (Q) (m³/dt)		
		Eksisting	Luas (km²)	Simulasi	Luas (km²)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)
		Permukiman	0.039	Sawah Irigasi	0.165									
		Sawah Tadah Hujan	0.165	Tegalan	0.186									
		Tanah Ladang	0.187											
22	22	Belukar	1.850	Hutan Produksi	1.964	0.388	0.238	38.675	8875.871	4900.809	44.785	74.11	45.72	38.308
		Permukiman	0.114	Tegalan	0.470									
		Tanah Ladang	0.470											
23	23	Belukar	4.097	Kebun	0.551	0.404	0.433	6.808	19597.209	3800.476	80.607	26.056	20.401	21.703
		Permukiman	0.277	Sawah Irigasi	1.055									
		Sawah Tadah Hujan	0.273	Tegalan	6.337									
		Tanah Ladang	3.297											
24	24	Belukar	8.544	Kebun	0.785	0.377	0.432	12.832	50554.642	7007.023	86.140	23.303	16.948	27.271
		Permukiman	0.430	Sawah Irigasi	1.494									
		Sawah Tadah Hujan	1.494	Tegalan	10.720									
		Tanah Ladang	2.532											
25	25	Belukar	9.217	Hutan Produksi	0.097	0.371	0.446	16.723	35857.913	67967.977	47.243	18.889	12.828	32.087
		Kebun	0.761	Kebun	0.031									
		Permukiman	0.159	Permukiman	0.177									
		Sawah Tadah Hujan	0.375	Sawah Irigasi	0.374									
		Tanah Ladang	0.808	Tegalan	10.608									
26	26	Belukar	4.644	Hutan Produksi	4.794	0.367	0.221	39.578	18515.998	10946.468	40.881	10.533	7.378	29.953
		Permukiman	0.150	Sawah Irigasi	0.514									
		Sawah Tadah Hujan	0.514	Tegalan	0.641									
		Tanah Ladang	0.642											
27	27	Belukar	3.797	Kebun	1.199	0.411	0.361	12.323	25568.671	3422.023	86.616	22.310	17.167	23.052
		Permukiman	0.756	Sawah Irigasi	2.623									

No	Sub DAS	Tata Guna Lahan				Koefisien Limp. C			Perubahan Laju Erosi (ton/th)			Debit (Q) (m³/dt)		
		Eksisting	Luas (km²)	Simulasi	Luas (km²)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)	Eksisting	Simulasi	Perubahan (%)
		Sawah Tadah Hujan	0.857	Tegalan	0.518									
		Tanah Ladang	1.870											

Sumber : Hasil Perhitungan

