

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

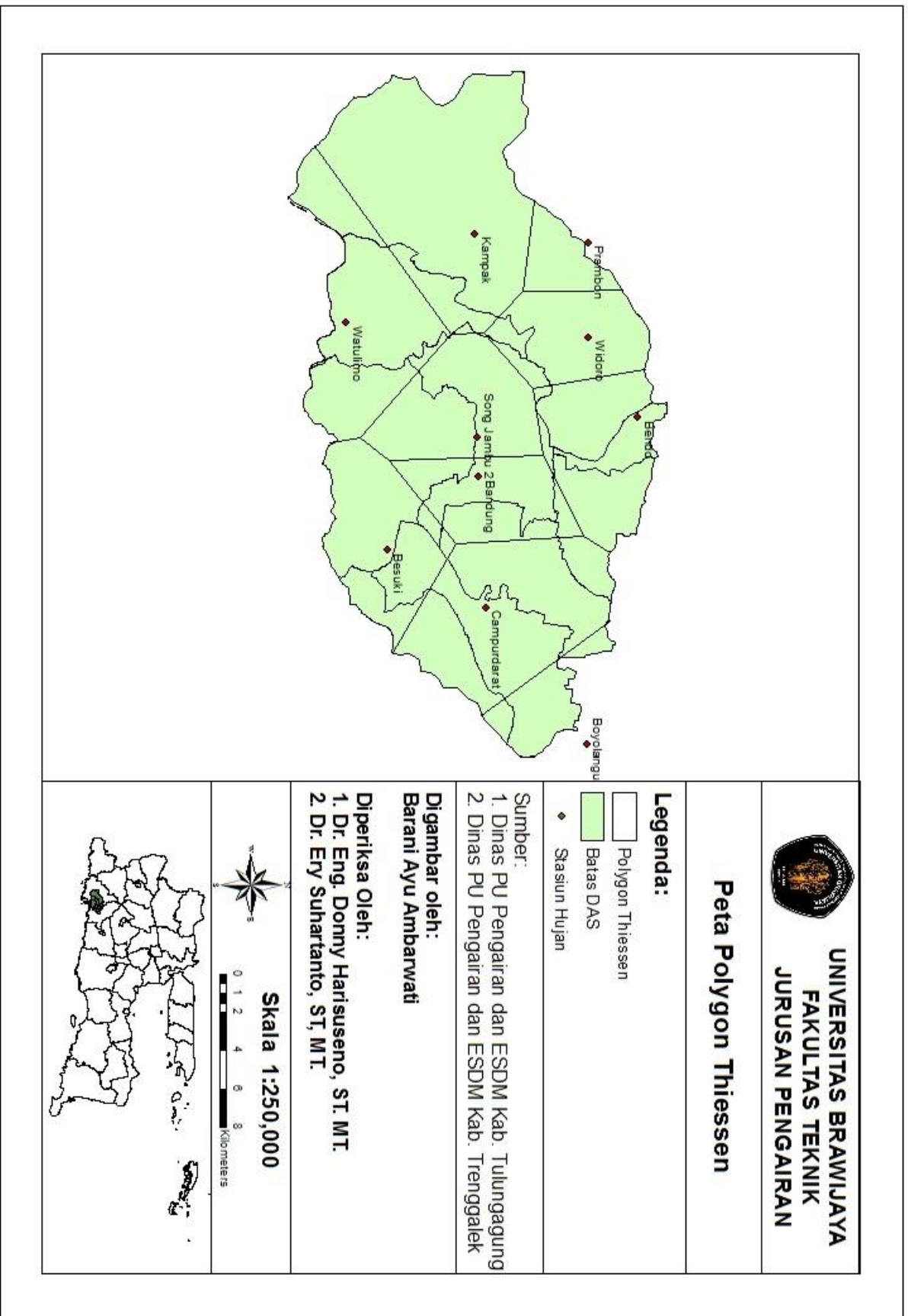
4.1.1 Penyaringan Data secara Manual

Dilakukan dengan memeriksa data hujan di setiap stasiun hujan, meliputi nilai curah hujan bulanan, tahunan dan nilai maksimum. Selanjutnya dilakukan pengecekan data kosong, jika terdapat data yang kosong atau rusak harus dilakukan pengisian dengan menggunakan metode pengisian data kosong. Jika data yang kosong sudah terisi, maka data dapat digunakan ke tahap selanjutnya. Hasil penyaringan dapat dilihat di **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Hasil Penyaringan secara Manual pada setiap Stasiun Hujan

No.	Nama Stasiun Hujan	Hasil Penyaringan	Keterangan
1.	Bendo	Digunakan	Lengkap
2.	Widoro	Digunakan	Lengkap
3.	Kampak	Digunakan	Lengkap
4.	Watulimo	Digunakan	Lengkap
5.	Campurdarat	Digunakan	Kosong 1 tahun
6.	Bandung	Digunakan	Kosong 1 tahun
7.	Song Jambu II	Digunakan	Lengkap
8.	Besuki	Digunakan	Lengkap
9.	Boyolangu	Digunakan	Lengkap
10.	Prambon	Digunakan	Lengkap

Sumber: Hasil Pengamatan



4.1.2 Pengisian Data Kosong

Dari hasil penyaringan terdapat data curah hujan yang kosong di dua stasiun, yaitu Stasiun Campurdarat dan Stasiun Bandung. Pengisian data yang kosong di stasiun tersebut dapat dilakukan dengan cara membandingkan data curah hujan di stasiun terdekat yang lengkap datanya. Jika data curah hujan di stasiun terdekat pada bulan yang sama kosong menandakan bahwa di bulan tersebut tidak terjadi hujan. Sebaliknya jika data curah hujan di stasiun terdekat pada bulan yang sama tidak kosong, maka perlu diadakan pengisian data kosong. Untuk pengisian data kosong dapat menggunakan *Normal Ratio Method*.

Tabel 4.2 Data Curah Hujan di Stasiun Campurdarat

TAHUN	BULAN												TAHUNAN Total (mm/thn)
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358	103	167	628
1993	242	179	51	268	5	169	0	11	13	19	171	357	1485
1994	320	197	320	134	0	0	0	0	0	26	6	94	1097
1995	368	319	215	140	15	93	45	0	0	89	203	199	1686
1996	230	97	99	71	10	0	88	12	0	81	61	176	925
1997	108	250	10	12	18	0	0	0	0	0	28	62	488
1998	122	164	315	179	0	258	14	0	92	193	231	125	1693
1999	170	265	234	192	29	98	0	0	0	20	260	299	1567
2000	87	381	202	192	123	0	0	0	0	293	279	29	1586
2001	308	302	251	310	0	144	0	0	0	307	344	104	2070
2002	459	363	353	132	0	0	0	0	0	0	11	139	1457
2003	339	278	263	38	70	0	1	0	0	101	252	240	1582
2004	179	319	197	15	169	48	11	0	3	2	236	493	1672
2005	210	155	117	271	3	67	162	0	10	95	107	690	1887
2006	380	169	251	200	116	0	0	0	0	16	1	92	1225
2007	195	336	96	176	86	33	0	4	0	73	129	322	1450
2008	64	253	253	129	14	0	0	0	0	55	467	129	1364
2009	385	244	155	111	122	26	25	0	0	61	130	82	1341
2010	120	240	493	312	434	72	42	40	156	151	265	202	2527
2011	376	180	263	257	107	5	0	0	0	0	148	127	1463

Sumber: Data Hujan BBWS Brantas

Di Stasiun Campurdarat terdapat data yang kosong pada bulan Januari 1991 sampai dengan Desember 1991. Pengisian data kosong di Stasiun Campurdarat akan diisi dengan nilai perkiraan dari dua stasiun terdekat yang lengkap datanya, yaitu Stasiun Besuki dan Stasiun Jambu Song II. Berdasarkan **Persamaan (2-2)** dan **Tabel 4.2** pengisian data kosong Stasiun Campurdarat pada bulan Januari 1991 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 H_{total} &= (628 + 1485 + 1097 + 1686 + 925 + 488 + 1693 + 1567 + 1586 + 2070 + \\
 &\quad 1457 + 1582 + 1672 + 1887 + 1225 + 1450 + 1364 + 1341 + 2527 + \\
 &\quad 1463) \\
 &= 29193 \text{ mm} \\
 H_{total} \text{ th. 1991} &= \frac{29193}{21} \\
 &= 1460 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{\text{campurdatar}} &= \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{1460}{1278} \times 302 \right) + \left(\frac{1460}{1758} \times 451 \right) \right\} \\
 &= 360 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Hasil selanjutnya akan ditabelkan pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Pengisian Data Kosong Stasiun Campurdatar dengan *Normal Ratio Method*

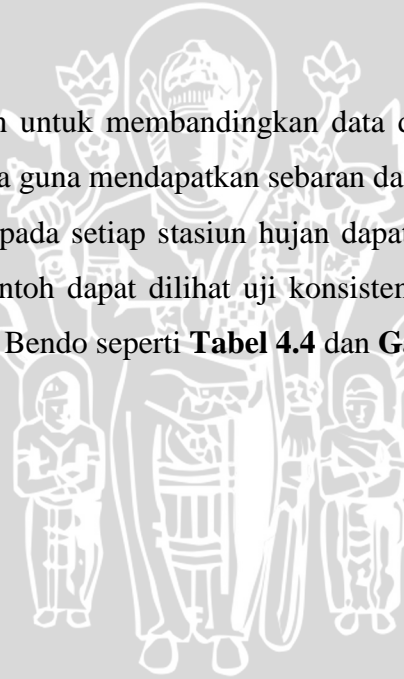
Stasiun	Curah Hujan (mm)												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Total
Campurdatar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1460
Besuki	302	112	127	187	42	20	5	0	18	7	231	227	1278
Jambu Song II	451	114	72	55	165	77	110	158	73	94	86	303	1758
H campurdatar	360	111	102	130	93	43	49	66	41	43	168	255	

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk perhitungan stasiun yang lain dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Setelah melakukan pengisian data yang kosong, maka data hujan yang baru akan digunakan untuk analisa selanjutnya.

4.1.3 Uji Konsistensi

Uji konsistensi data bertujuan untuk membandingkan data dari stasiun hujan yang diamati dengan stasiun hujan lainnya guna mendapatkan sebaran data yang seragam. Untuk mengetahui konsistensi data hujan pada setiap stasiun hujan dapat menggunakan metode lengkung massa ganda. Sebagai contoh dapat dilihat uji konsistensi data dengan metode lengkung massa ganda pada Stasiun Bendo seperti **Tabel 4.4** dan **Gambar 4.1**.

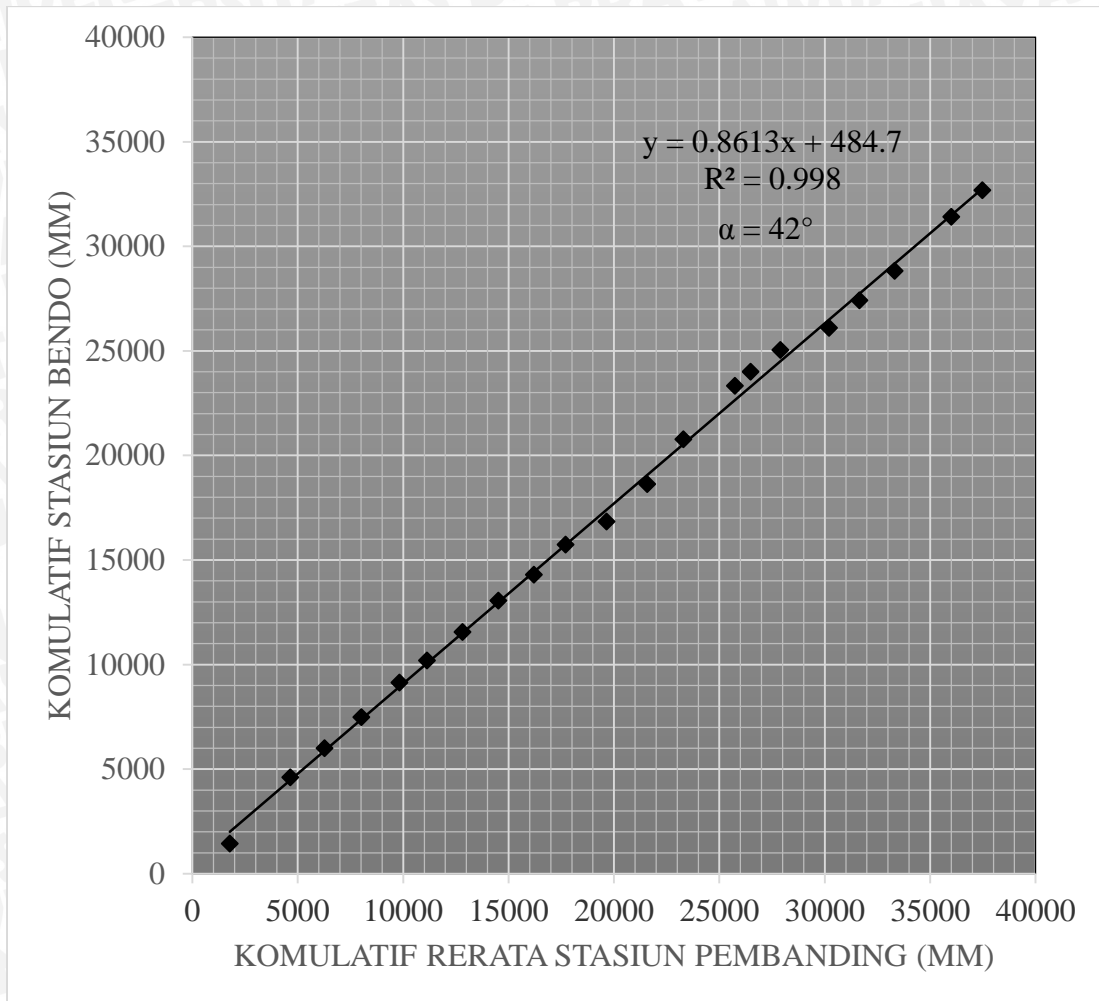


Tabel 4.4 Perhitungan Uji Konsistensi

TAHUN	HUJAN TAHUNAN (mm)										RERATA ST. PEMBANDING	KOM. RERATA ST. PEMBANDING	KOMULATIF ST. BENDO
	BENDO	WIDORO	KAMPAK	WATULIMO	CAMPURDARAT	BANDUNG	SONG JAMBU II	BESUKI	BOYOLANGU	PRAMBON			
2011	1447	1226	2165	3502	1463	1266	1473	1780	1731	1301	1767.444	1767.444	1447
2010	3163	1920	2920	4076	2527	2544	2797	3499	2830	2761	2874.889	4642.333	4610
2009	1385	1300	1596	3033	1341	1458	1617	2020	1198	1064	1625.222	6267.556	5995
2008	1487	1450	1869	3004	1364	1505	1465	1984	1432	1627	1744.444	8012.000	7482
2007	1660	1686	2254	2170	1450	1472	1690	1910	1705	1957	1810.444	9822.444	9142
2006	1059	1115	1364	2089	1225	1112	1203	1306	959	1372	1305.000	11127.444	10201
2005	1352	1391	2088	2033	1887	1513	1508	1862	1642	1306	1692.222	12819.667	11553
2004	1508	1718	2016	2243	1672	1357	1407	1731	1813	1295	1694.667	14514.333	13061
2003	1240	1716	2131	1549	1582	1544	1699	1972	1408	1551	1683.556	16197.889	14301
2002	1442	1339	1846	1431	1457	1427	1368	1567	1189	1876	1500.000	17697.889	15743
2001	1098	1857	2145	2146	2070	2014	1310	2884	1708	1352	1942.889	19640.778	16841
2000	1787	1869	2078	2402	1586	2093	2373	1586	1783	1699	1941.000	21581.778	18628
1999	2144	1560	1918	1353	1567	1535	2015	1963	1404	2019	1703.778	23285.556	20772
1998	2563	2801	3259	3164	1693	1887	2188	2434	2219	2453	2455.333	25740.889	23335
1997	672	627	717	988	488	619	861	700	797	867	740.444	26481.333	24007
1996	1032	1621	1788	1837	925	1289	1258	1605	990	1358	1407.889	27889.222	25039
1995	1066	2255	3022	3040	1686	2201	2201	2698	1799	1891	2310.333	30199.556	26105
1994	1313	1675	1872	2217	1097	1184	1148	1610	996	1209	1445.333	31644.889	27418
1993	1400	1553	1930	2158	1485	1570	1478	1902	1267	1711	1672.667	33317.556	28818
1992	2591	3015	3559	3361	628	2896	2298	3852	1870	2619	2677.556	35995.111	31409
1991	1273	1613	1426	1495	1460	1624	1758	1278	1083	1583	1480.000	37475.111	32682

Sumber : Hasil Perhitungan





Gambar 4.1 Lengkung Massa Ganda

Stasiun hujan yang diamati adalah Stasiun Bendo dan stasiun yang lain (Widoro, Kampak, Watulimo, Campurdarat, Bandung, Song Jambu II, Besuki, Boyolangu dan Prambon) sebagai stasiun pembanding. Setelah didapat nilai kumulatif Stasiun Bendo dan stasiun pembanding, maka nilai tersebut dijadikan grafik dengan sumbu X atau koordinat horizontal adalah nilai kumulatif stasiun pembanding dan sumbu Y atau koordinat vertikal adalah nilai kumulatif Stasiun Bendo.

Pada **Gambar 4.1** mulai tahun 1991 sampai tahun 2011 titik-titik koordinat berada segaris dengan garis *trend*, tidak ada yang menyimpang. Hal ini menunjukkan bahwa data hujan konsisten. Untuk uji konsistensi stasiun hujan yang lain dapat dilihat di **Lampiran 2**.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Uji Konsistensi

No.	Nama Stasiun Hujan	Hasil
1.	Bendo	Konsisten
2.	Widoro	Konsisten
3.	Kampak	Konsisten
4.	Watulimo	Konsisten
5.	Campurdarat	Konsisten
6.	Bandung	Konsisten
7.	Song Jambu II	Konsisten
8.	Besuki	Konsisten
9.	Boyolangu	Konsisten
10.	Prambon	Konsisten

Sumber: Hasil Perhitungan

4.1.1.4 Uji Statistika Data

Uji statistika data digunakan untuk memastikan keandalan data. Pengujian statistik dilakukan dengan 3 tahap, yaitu:

1. Uji Ketiadaan *Trend*.
2. Uji Stasioner.
3. Uji Persistensi.

1. Uji Ketiadaan *Trend*

Uji ini berguna untuk menunjukkan adanya *trend*. Uji ini dapat dilakukan dengan menggunakan korelasi peringkat Metode Spearman. Berikut adalah contoh perhitungan korelasi peringkat Metode Spearman pada Stasiun Bendo:

Tabel 4.6 Korelasi Peringkat Metode Spearman

No.	Tahun	Peringkat (Tt)	Curah Hujan (mm)	Peringkat (Rt)	dt	dt ²
1	2	3	4	5	6 = 5 - 3	7 = 6 x 6
1	1991	1	1273	15	14	196
2	1992	2	2591	2	0	0
3	1993	3	1400	11	8	64
4	1994	4	1313	14	10	100
5	1995	5	1066	18	13	169
6	1996	6	1032	20	14	196
7	1997	7	672	21	14	196
8	1998	8	2563	3	-5	25
9	1999	9	2144	4	-5	25
10	2000	10	1787	5	-5	25
11	2001	11	1098	17	6	36
12	2002	12	1442	10	-2	4
13	2003	13	1240	16	3	9
14	2004	14	1508	7	-7	49
15	2005	15	1352	13	-2	4
16	2006	16	1059	19	3	9
17	2007	17	1660	6	-11	121
18	2008	18	1487	8	-10	100
19	2009	19	1385	12	-7	49
20	2010	20	3163	1	-19	361
21	2011	21	1447	9	-12	144
Jumlah		-	-	-	-	1882

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan data pada **Tabel 4.6** dan **Persamaan (2-6)** dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 KP &= 1 - \frac{6 \times 1882}{21^3 - 21} \\
 &= -0,222
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dari Persamaan (2-7) dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 t &= (-0,222) \times \frac{21 - 2}{1 - (-0,222)^2} \\
 &= -0,993
 \end{aligned}$$

Hipotesa nol (H_0): tidak ada *trend* (R_t dan T_t adalah independen) pada derajat kepercayaan 5%.

Dengan derajat kepercayaan (α) 5% dan derajat kebebasan $dk = (n - 2) = 21 - 2 = 19$, maka dari **Tabel 2.2** diperoleh nilai $t_{0,975} = 1,729$ dan $-t_{0,975} = -1,729$. Dari perhitungan

maka nilai t terletak $-1,729 < -0,993 > 1,729$. Oleh karena itu tidak dapat menolak H_0 pada derajat kepercayaan 5% atau dapat dikatakan dua seri data (R_t dan T_t) adalah independen dan tidak menunjukkan adanya *trend*. Untuk stasiun yang lain dapat dilihat di **Lampiran 3**.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Uji Ketiadaan *Trend*

No.	Nama Stasiun Hujan	Hasil
1.	Bendo	Tidak Ada <i>Trend</i>
2.	Widoro	Tidak Ada <i>Trend</i>
3.	Kampak	Tidak Ada <i>Trend</i>
4.	Watulimo	Tidak Ada <i>Trend</i>
5.	Campurdarat	Tidak Ada <i>Trend</i>
6.	Bandung	Tidak Ada <i>Trend</i>
7.	Song Jambu II	Tidak Ada <i>Trend</i>
8.	Besuki	Tidak Ada <i>Trend</i>
9.	Boyolangu	Tidak Ada <i>Trend</i>
10.	Prambon	Tidak Ada <i>Trend</i>

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Uji Stasioner

Uji stasioner dilakukan untuk menguji kestabilan nilai varian dan rata-rata dari deret berkala. Uji ini dapat dilakukan dengan uji-uji seperti berikut:

a. Uji F (*Fisher Test*)

Uji F dilakukan dengan membagi data menjadi 2 kelompok seperti data curah hujan Stasiun Bendo pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Pengelompokan Curah Hujan di Stasiun Bendo

Kelompok 1		Kelompok 2	
TAHUN	HUJAN	TAHUN	HUJAN
1991	1273	2001	1098
1992	2591	2002	1442
1993	1400	2003	1240
1994	1313	2004	1508
1995	1066	2005	1352
1996	1032	2006	1059
1997	672	2007	1660
1998	2563	2008	1487
1999	2144	2009	1385
2000	1787	2010	3163
Jumlah	15841	2011	1447
n	10	Jumlah	16841
Rata-rata	1584.100	n	11
Simp. Baku	661.319	Rata-rata	1531.000
Variansi	437343.211	Simp. Baku	569.721
		Variansi	324581.800

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 4.8** diketahui:

Kelompok 1:

- Jumlah = $1273 + 2591 + 1400 + 1313 + 1066 + 1032 + 672 + 2563 + 2144 + 1787$
= 15841 mm
- Banyak data (n) = 10
- Rata-rata = $\frac{15841}{10}$
= 1584,100 mm
- Simp. baku = 661,319 mm
- Variansi = $(661,319)^2$
= 437343,211 mm

Kelompok 2:

- Jumlah = $1098 + 1442 + 1240 + 1508 + 1352 + 1059 + 1660 + 1487 + 1385 + 3163$
+ 1447
= 16841 mm
- Banyak data (n) = 11
- Rata-rata = $\frac{16841}{11} = 1531$ mm

4. Simp. baku = 569,721 mm
 5. Variansi = $(569,721)^2$
 = 324581,800 mm

Berdasarkan Tabel 4.8 dan Persamaan (2-8) dapat dihitung:

$$F = \frac{10 \times 437343,211 \times (11-1)}{11 \times 324581,800 \times (10-1)}$$

$$= 1,361$$

Hipotesa nol (H_0): nilai varian kelompok 1 dan 2 tidak ada beda nyata pada derajat kepercayaan 5%.

Pada derajat kebebasan $dk_1 = (n_1 - 1) = 9$, $dk_2 = (n_2 - 1) = 10$ dan derajat kepercayaan (α) 5%, maka dari **Tabel 2.1** didapat nilai $F_c = 3,02$. Karena $F = 1,361 < F_c = 3,02$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau varian kedua kelompok data **Tabel 4.8** berbeda, dapat dikatakan juga bahwa pada peluang 95% nilai variannya stabil. Untuk stasiun yang lain dapat dilihat di **Lampiran 4**.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Uji F

No.	Nama Stasiun Hujan	Hasil
1.	Bendo	Diterima
2.	Widoro	Diterima
3.	Kampak	Diterima
4.	Watulimo	Diterima
5.	Campurdarat	Diterima
6.	Bandung	Diterima
7.	Song Jambu II	Diterima
8.	Besuki	Diterima
9.	Boyolangu	Diterima
10.	Prambon	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Uji T

Uji T hampir sama dengan uji F, yaitu mengelompokkan data menjadi 2 kelompok.

Uji T dihitung berdasarkan **Tabel 4.8** dan **Persamaan (2-13)** sebagai berikut:

$$\sigma = \left(\frac{(10 \times 437343,211) + (11 \times 324581,800)}{10 + 11 - 2} \right)^{0,5}$$

$$= 646,604$$

Selanjutnya dari Persamaan (2-14) dapat dihitung:

$$t = \frac{1584,100 - 1531,000}{\left(646,604 \times \left(\frac{1}{10} \times \frac{1}{11}\right)\right)^{0,5}}$$

$$= 0,188$$

Hipotesa nol (H_0): nilai rata-rata kelompok 1 dan 2 tidak ada beda nyata pada derajat kepercayaan 5%.

Nilai t_c dicari di **Tabel 2.2** dengan $dk_1 = (n_1 + n_2 - 2) = 19$ dan derajat kepercayaan (α) 5%, maka didapat nilai $t_c = 1,729$. Karena $t = 0,188 < t_c$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima. Untuk stasiun yang lain dapat dilihat di **Lampiran 5**.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Uji T

No.	Nama Stasiun Hujan	Hasil
1.	Bendo	Diterima
2.	Widoro	Diterima
3.	Kampak	Diterima
4.	Watulimo	Diterima
5.	Campurdarat	Diterima
6.	Bandung	Diterima
7.	Song Jambu II	Diterima
8.	Besuki	Diterima
9.	Boyolangu	Diterima
10.	Prambon	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan

3. Uji Persistensi

Untuk melaksanakan pengujian persistensi harus dihitung besarnya koefisien korelasi serial. Salah satu metode untuk menentukan koefisien korelasi serial adalah dengan Metode Spearman. Berikut adalah perhitungan uji persistensi dengan Metode Spearman:

Tabel 4.11 Metode Spearman pada Stasiun Bendo

No.	Curah Hujan (mm)	Peringkat	di	di ²
1	1273	15	-	
2	2591	2	13	169
3	1400	11	-9	81
4	1313	14	-3	9
5	1066	18	-4	16
6	1032	20	-2	4
7	672	21	-1	1
8	2563	3	18	324
9	2144	4	-1	1
10	1787	5	-1	1
11	1098	17	-12	144
12	1442	10	7	49
13	1240	16	-6	36
14	1508	7	9	81
15	1352	13	-6	36
16	1059	19	-6	36
17	1660	6	13	169
18	1487	8	-2	4
19	1385	12	-4	16
20	3163	1	11	121
21	1447	9	-8	64
Jumlah		-	-	1362

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 4.11** diketahui:

$$1. (di)^2 = 1362$$

$$2. m = n - 1 \\ = 21 - 1 \\ = 20$$

Maka berdasarkan **Persamaan (2-15)**:

$$1. KS = 1 - \frac{6 \times 1362}{20^3 - 20} \\ = -0,024$$

Selanjutnya dari **Persamaan (2-16)** dapat dihitung:

$$2. t = (-0,024) \times \left(\frac{20-2}{1-(-0,024)^2} \right)^{0,5} \\ = -0,102$$

Hipotesa nol (H_0): tidak ada persistensi (tahun dan data curah hujan adalah independen).

Dengan derajat kebebasan $(m - 2) = 20 - 2 = 18$ dan derajat kepercayaan 5% maka diperoleh nilai t pada tabel 2.2, yaitu $t_{0,95} = 1,734$. Karena $t = -0,102 < t_{0,95} = 1,734$ maka H_0 diterima pada derajat kepercayaan 5% atau dapat dikatakan bahwa 95% data pada **Tabel 4.11** adalah independen atau tidak menunjukkan adanya presistensi. Untuk stasiun yang lain dapat dilihat di **Lampiran 6**.

Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Uji Persistensi

No.	Nama Stasiun Hujan	Hasil
1.	Bendo	Tidak Ada Persistensi
2.	Widoro	Tidak Ada Persistensi
3.	Kampak	Tidak Ada Persistensi
4.	Watulimo	Tidak Ada Persistensi
5.	Campurdarat	Tidak Ada Persistensi
6.	Bandung	Tidak Ada Persistensi
7.	Song Jambu II	Tidak Ada Persistensi
8.	Besuki	Tidak Ada Persistensi
9.	Boyolangu	Tidak Ada Persistensi
10.	Prambon	Tidak Ada Persistensi

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2. Analisa Indeks Kekeringan

4.2.1. Analisis Periode Defisit

Penggunaan defisit 1, 3, 6 dan 12 bulanan sebagai periode defisit ditinjau dari manfaat yang didapatkan dari masing-masing periode defisit. Periode defisit 1 bulanan mengarai kondisi komponen siklus hidrologi jangka pendek seperti kelengasan tanah. Periode defisit 3 bulanan mengarai kondisi hujan musiman, sedangkan periode defisit 6 dan 12 bulanan untuk mengetahui dampak terhadap ketersediaan air di sungai, danau dan waduk (Bokal, 201; Mc Kee, 1993). Hasil kumulatif data pada Stasiun Hujan Bendo ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.13 Periode Defisit 1 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991	302	107	127	187	42	20	5	0	18	7	231	227
1992	438	267	275	179	105	36	6	138	170	529	220	228
1993	252	92	117	334	23	153	0	24	9	0	99	297
1994	316	239	586	80	4	0	0	0	0	23	12	53
1995	164	210	125	120	20	90	12	12	0	69	161	83
1996	217	103	107	55	0	0	37	20	8	77	176	232
1997	224	252	72	44	57	0	0	0	0	0	0	23
1998	164	129	273	151	49	128	168	28	317	465	427	264
1999	252	299	359	311	29	108	0	0	0	161	341	284
2000	444	352	329	255	181	0	15	0	0	90	84	37
2001	121	150	131	102	23	105	4	2	22	153	170	115
2002	364	426	328	77	92	16	5	0	2	0	17	115
2003	226	278	137	91	46	9	9	0	12	119	92	221
2004	143	183	210	26	301	25	12	8	39	26	72	463
2005	182	158	147	207	0	28	42	9	22	35	63	459
2006	233	105	142	282	112	0	6	0	0	0	0	179
2007	126	427	225	125	46	32	0	9	0	32	214	424
2008	118	307	219	219	28	0	0	0	0	138	374	84
2009	191	320	131	240	107	52	26	0	20	100	96	102
2010	136	184	539	342	770	103	64	32	313	169	261	250
2011	309	226	252	150	122	52	4	0	0	3	168	161
Jumlah	4922	4814	4831	3577	2157	957	415	282	952	2196	3278	4301
Rata-rata	234.381	229.238	230.048	170.333	102.714	45.571	19.762	13.429	45.333	104.571	156.095	204.810
n	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Simp. baku	97.677	101.877	137.940	96.929	168.496	48.710	37.865	30.344	96.878	143.148	122.603	131.272
α	5.758	5.063	2.781	3.088	0.372	0.875	0.272	0.196	0.219	0.534	1.621	2.434
β	40.706	45.276	82.710	55.158	276.407	52.065	72.553	68.567	207.029	195.955	96.296	84.138
Freq= m	0	0	0	0	2	6	6	11	9	4	2	0
q= m/n	0	0	0	0	0.095	0.286	0.286	0.524	0.429	0.190	0.095	0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.14 Periode Defisit 3 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991			536	421	356	249	67	25	23	25	256	465
1992	896	932	980	721	559	320	147	180	314	837	919	977
1993	700	572	461	543	474	510	176	177	33	33	108	396
1994	712	852	1141	905	670	84	4	0	0	23	35	88
1995	229	427	499	455	265	230	122	114	24	81	230	313
1996	461	403	427	265	162	55	37	57	65	105	261	485
1997	632	708	548	368	173	101	57	0	0	0	0	23
1998	187	316	566	553	473	328	345	324	513	810	1209	1156
1999	943	815	910	969	699	448	137	108	0	161	502	786
2000	1069	1080	1125	936	765	436	196	15	15	90	174	211
2001	242	308	402	383	256	230	132	111	28	177	345	438
2002	649	905	1118	831	497	185	113	21	7	2	19	132
2003	358	619	641	506	274	146	64	18	21	131	223	432
2004	456	547	536	419	537	352	338	45	59	73	137	561
2005	717	803	487	512	354	235	70	79	73	66	120	557
2006	755	797	480	529	536	394	118	6	6	0	0	179
2007	305	732	778	777	396	203	78	41	9	41	246	670
2008	756	849	644	745	466	247	28	0	0	138	512	596
2009	649	595	642	691	478	399	185	78	46	120	216	298
2010	334	422	859	1065	1651	1215	937	199	409	514	743	680
2011	820	785	787	628	524	324	178	56	4	3	171	332
Jumlah	11870	13467	14567	13222	10565	6691	3529	1654	1649	3430	6426	9775
Rata-rata	593.500	673.350	693.667	629.619	503.095	318.619	168.048	78.762	78.524	163.333	306.000	465.476
n	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Simp. baku	257.107	219.020	241.855	223.086	309.272	239.751	197.214	83.391	144.661	245.743	314.206	286.016
α	5.329	9.452	8.226	7.965	2.646	1.766	0.726	0.892	0.295	0.442	0.948	2.649
β	111.380	71.241	84.326	79.044	190.121	180.406	231.442	88.293	266.503	369.733	322.631	175.746
Freq= m	0	0	0	0	0	0	0	3	4	2	2	0
q= m/n	0	0	0	0	0	0	0	0.143	0.190	0.095	0.095	0

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.15 Periode Defisit 6 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991						785	488	381	272	92	281	488
1992	921	1188	1445	1617	1491	1300	868	739	634	984	1099	1291
1993	1537	1491	1438	1243	1046	971	719	651	543	209	285	429
1994	745	960	1537	1617	1522	1225	909	670	84	27	35	88
1995	252	462	587	684	692	729	577	379	254	203	344	337
1996	542	633	740	726	565	482	302	219	120	142	318	550
1997	737	969	1033	1000	881	649	425	173	101	57	0	23
1998	187	316	589	740	789	894	898	797	841	1155	1533	1669
1999	1753	2024	2066	1912	1514	1358	1106	807	448	298	610	786
2000	1230	1582	1911	2005	1845	1561	1132	780	451	286	189	226
2001	332	482	613	625	564	632	515	367	258	309	456	466
2002	826	1250	1556	1480	1402	1303	944	518	192	115	40	139
2003	360	638	773	864	893	787	570	292	167	195	241	453
2004	587	770	968	875	1084	888	757	582	411	411	182	620
2005	790	940	1048	1229	1157	722	582	433	308	136	199	630
2006	821	917	1037	1284	1333	874	647	542	400	118	6	185
2007	305	732	957	1082	1128	981	855	437	212	119	287	679
2008	797	1095	1314	1501	1315	891	773	466	247	166	512	596
2009	787	1107	1238	1340	1073	1041	876	556	445	305	294	344
2010	454	638	1157	1399	2073	2074	2002	1850	1624	1451	942	1089
2011	1334	1528	1467	1448	1309	1111	806	580	328	181	227	336
Jumlah	15297	19722	23474	24671	23676	21258	16751	12219	8340	6959	8080	11424
Rata-rata	764.850	986.100	1173.700	1233.550	1183.800	1012.286	797.667	581.857	397.143	331.381	384.762	544.000
n	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	21
Simp. baku	428.284	434.184	420.790	402.969	399.639	364.804	350.295	343.153	336.914	381.135	383.922	402.716
α	3.189	5.158	7.780	9.371	8.774	7.700	5.185	2.875	1.389	0.756	1.004	1.825
β	239.822	191.173	150.860	131.639	134.914	131.467	153.832	202.376	285.819	438.358	383.084	298.126
Freq= m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
q= m/n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.048	0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.16 Periode Defisit 12 Bulan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991												1273
1992	1409	1569	1717	1709	1772	1788	3781	3919	4071	4593	4582	1400
1993	2405	2230	2072	2227	2145	2262	4249	4135	3974	3445	3324	1313
1994	1464	1611	2080	1826	1807	1654	3648	3624	3615	3638	3551	1066
1995	1161	1132	671	711	727	817	2824	2836	2836	2882	3031	1032
1996	1119	1012	994	929	909	819	2840	2848	2856	2864	2879	672
1997	1039	1188	1153	1142	1199	1199	3159	3139	3131	3054	2878	2563
1998	612	489	690	797	789	917	3083	3111	3428	3893	4320	2144
1999	2651	2821	2907	3067	3047	3027	4858	4830	4513	4209	4123	1787
2000	2336	2389	2359	2303	2455	2347	4362	4362	4362	4291	4034	1098
2001	1464	1262	1064	911	753	858	2848	2850	2872	2935	3021	1442
2002	1341	1617	1814	1789	1858	1769	3772	3770	3750	3597	3444	1240
2003	1304	1156	965	979	933	926	2933	2933	2943	3062	3137	1508
2004	1157	1062	1135	1070	1325	1341	3348	3356	3383	3290	3270	1352
2005	1547	1522	1459	1640	1339	1342	3377	3378	3361	3370	3361	1059
2006	1403	1350	1345	1420	1532	1504	3474	3465	3443	3408	3345	1660
2007	952	1274	1357	1200	1134	1166	3167	3176	3176	3208	3422	1487
2008	1652	1532	1526	1620	1602	1570	3578	3569	3569	3675	3835	1385
2009	1560	1573	1485	1506	1585	1637	3672	3672	3692	3654	3376	3163
2010	1330	1194	1602	1704	2367	2418	4466	4498	4791	4860	5025	1447
2011	3336	3378	3091	2899	2251	2200	4151	4119	3806	3640	3547	32682
Jumlah	31242	31361	31486	31449	31529	31561	71590	71590	71572	71568	71505	62773
Rata-rata	1562.100	1568.050	1574.300	1572.450	1576.450	1578.050	3579.500	3579.500	3578.600	3578.400	3575.250	2989.190
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21
Simp. baku	647.155	671.495	662.311	659.377	642.693	620.168	592.427	584.878	558.046	560.107	578.170	6825.755
α	5.826	5.453	5.650	5.687	6.017	6.475	36.507	37.455	41.123	40.816	38.239	0.192
β	268.107	287.558	278.636	276.497	262.016	243.724	98.050	95.567	87.021	87.670	93.499	15586.471
Freq=m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q=mv/n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.13 sampai **Tabel 4.16** merupakan hasil data hujan kumulatif Stasiun Bendo yang digunakan pada analisa metode SPI. Pada SPI akumulasi data hujan bulanan dihitung tiap bulannya terhadap seri data hujan bulanan sebelumnya. Contoh perhitungan setiap periode defisit sebagai berikut:

a. Periode Defisit 3 Bulanan

Periode defisit 3 bulanan dilakukan dengan mengakumulasikan data hujan bulan Maret 1991 dengan data hujan bulan sebelumnya, yaitu bulan Januari dan Februari 1991. Berdasarkan **Tabel 4.13** untuk defisit 3 bulanan dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \text{Maret 1991} &= 302 + 107 + 127 \\ &= 536 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil selanjutnya lihat pada **Tabel 4.14**.

b. Periode Defisit 6 Bulanan

Periode defisit 6 bulanan dilakukan dengan mengakumulasikan data hujan bulan Juni 1991 dengan data hujan bulan sebelumnya, yaitu bulan Januari, Februari, Maret, April dan Mei 1991. Berdasarkan **Tabel 4.13** untuk defisit 6 bulanan dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \text{Juni 1991} &= 302 + 107 + 127 + 187 + 42 + 20 \\ &= 785 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil selanjutnya lihat pada **Tabel 4.15**.

c. Periode Defisit 12 Bulanan

Periode defisit 12 bulanan dilakukan dengan mengakumulasikan data hujan bulan Desember 1991 dengan data hujan bulan sebelumnya, yaitu bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober dan November 1991. Berdasarkan **Tabel 4.13** untuk defisit 12 bulanan dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \text{Desember 1991} &= 302 + 107 + 127 + 187 + 42 + 20 + 5 + 0 + 18 + 7 + 231 + 227 \\ &= 1273 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil selanjutnya lihat pada **Tabel 4.16**.

4.2.2 Analisis Kekeringan Metode SPI

Dari data hujan bulanan kumulatif berdasarkan periode defisit, kemudian dapat dihitung nilai SPI sepanjang tahun data pengamatan. Contoh perhitungan SPI pada Stasiun Bendo dapat dilihat pada tabel berikut.

a. Periode Defisit 1 Bulanan

Tabel 4.17 Perhitungan Periode Defisit 1 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991	302	107	127	187	42	20	5	0	18	7	231	227
1992	438	267	275	179	105	36	6	138	170	529	220	228
1993	252	92	117	334	23	153	0	24	9	0	99	297
1994	316	239	586	80	4	0	0	0	0	23	12	53
1995	164	210	125	120	20	90	12	12	0	69	161	83
1996	217	103	107	55	0	0	37	20	8	77	176	232
1997	224	252	72	44	57	0	0	0	0	0	0	23
1998	164	129	273	151	49	128	168	28	317	465	427	264
1999	252	299	359	311	29	108	0	0	0	161	341	284
2000	444	352	329	255	181	0	15	0	0	90	84	37
2001	121	150	131	102	23	105	4	2	22	153	170	115
2002	364	426	328	77	92	16	5	0	2	0	17	115
2003	226	278	137	91	46	9	9	0	12	119	92	221
2004	143	183	210	26	301	25	12	8	39	26	72	463
2005	182	158	147	207	0	28	42	9	22	35	63	459
2006	233	105	142	282	112	0	6	0	0	0	0	179
2007	126	427	225	125	46	32	0	9	0	32	214	424
2008	118	307	219	219	28	0	0	0	0	138	374	84
2009	191	320	131	240	107	52	26	0	20	100	96	102
2010	136	184	539	342	770	103	64	32	313	169	261	250
2011	309	226	252	150	122	52	4	0	0	3	168	161
Jumlah	4922	4814	4831	3577	2157	957	415	282	952	2196	3278	4301
Rata-rata	234.381	229.238	230.048	170.333	102.714	45.571	19.762	13.429	45.333	104.571	156.095	204.810
n	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Simp. baku	97.677	101.877	137.940	96.929	168.496	48.710	37.865	30.344	96.878	143.148	122.603	131.272
α	5.758	5.063	2.781	3.088	0.372	0.875	0.272	0.196	0.219	0.534	1.621	2.434
β	40.706	45.276	82.710	55.158	276.407	52.065	72.553	68.567	207.029	195.955	96.296	84.138
Freq= m	0	0	0	0	2	6	6	11	9	4	2	0
q= m/n	0	0	0	0	0.095	0.286	0.286	0.524	0.429	0.190	0.095	0

Sumber : Hasil Perhitungan



Dari **Tabel 4.17** pada bulan Januari diketahui:

$$1. \text{ Jumlah} = 302 + 438 + 252 + 316 + 164 + 217 + 224 + 164 + 252 + 444 + 121 + 364 \\ + 226 + 143 + 182 + 233 + 126 + 118 + 191 + 136 + 309 \\ = 4922 \text{ mm}$$

$$2. \text{ Rata-rata} = \frac{4922}{21} \\ = 234,381 \text{ mm}$$

$$3. \text{ Simp. baku} = 97,677 \text{ mm}$$

$$4. \alpha = \frac{234,381^2}{97,677^2} \\ = 5,758$$

$$5. \beta = \frac{234,381}{5,758} \\ = 40,706$$

$$6. m = \text{banyak kejadian } 0 \\ = 0$$

$$7. q = \frac{m}{n}$$

$$n = \text{banyak kejadian}$$

$$\text{maka, } q = \frac{0}{0} \\ = 0$$

Menurut Mckee (1993) data hujan dalam metode SPI disesuaikan dengan suatu bentuk distribusi fungsi gamma dengan **Persamaan (2-17)**. Pada program *Microsoft Excel* rumus gamma dapat menggunakan “=*GAMMADIST*(*x,α,β,TRUE*)” sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.18** untuk Stasiun Bendo.

Tabel 4.18 Perhitungan Distribusi Fungsi Gamma pada Periode Defisit 1 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991	0.780	0.086	0.244	0.639	0.536	0.382	0.527	0.000	0.632	0.188	0.785	0.647
1992	0.965	0.691	0.693	0.610	0.712	0.561	0.552	0.988	0.923	0.978	0.764	0.649
1993	0.623	0.052	0.211	0.935	0.437	0.959	0.000	0.839	0.547	0.000	0.395	0.796
1994	0.813	0.596	0.979	0.164	0.232	0.000	0.000	0.000	0.000	0.345	0.022	0.068
1995	0.253	0.482	0.238	0.350	0.416	0.855	0.656	0.752	0.000	0.574	0.619	0.159
1996	0.483	0.076	0.179	0.071	0.000	0.000	0.835	0.817	0.533	0.601	0.662	0.660
1997	0.513	0.642	0.079	0.041	0.593	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
1998	0.253	0.152	0.689	0.494	0.564	0.932	0.987	0.858	0.973	0.967	0.962	0.734
1999	0.623	0.780	0.840	0.913	0.473	0.899	0.000	0.000	0.000	0.784	0.918	0.773
2000	0.968	0.881	0.797	0.828	0.818	0.000	0.691	0.000	0.000	0.640	0.330	0.032
2001	0.100	0.230	0.258	0.264	0.437	0.893	0.498	0.542	0.658	0.772	0.645	0.275
2002	0.899	0.955	0.795	0.151	0.686	0.325	0.527	0.000	0.396	0.000	0.037	0.275
2003	0.521	0.724	0.279	0.212	0.553	0.208	0.612	0.000	0.581	0.710	0.365	0.631
2004	0.171	0.368	0.521	0.010	0.904	0.445	0.656	0.701	0.735	0.366	0.276	0.953
2005	0.330	0.263	0.313	0.706	0.000	0.480	0.854	0.716	0.658	0.423	0.234	0.951
2006	0.550	0.081	0.296	0.875	0.725	0.000	0.552	0.000	0.000	0.000	0.000	0.505
2007	0.114	0.956	0.565	0.374	0.553	0.522	0.000	0.716	0.000	0.405	0.752	0.932
2008	0.091	0.798	0.548	0.741	0.467	0.000	0.000	0.000	0.000	0.747	0.939	0.163
2009	0.369	0.826	0.258	0.795	0.716	0.686	0.780	0.000	0.645	0.666	0.382	0.227
2010	0.146	0.372	0.967	0.941	0.989	0.889	0.910	0.874	0.972	0.796	0.834	0.703
2011	0.797	0.547	0.638	0.490	0.742	0.686	0.498	0.000	0.000	0.120	0.640	0.444

Sumber : Hasil Perhitungan

Dalam perhitungan distribusi fungsi gamma yang disajikan pada **Tabel 4.18** ditemukan curah hujan kumulatif adalah 0 (nol). Untuk menghindari kesulitan pada waktu curah hujan 0 (nol), maka digunakan **Persamaan (2-22)** sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.19**.

Tabel 4.19 Perhitungan Distribusi Fungsi Gamma dengan $H(x)$ Periode Defisit 1 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i= 1	i= 2	i= 3	i= 4	i= 5	i= 6	i= 7	i= 8	i= 9	i= 10	i= 11	i= 12
1991	0.780	0.086	0.244	0.639	0.536	0.382	0.527	0.524	0.632	0.188	0.785	0.647
1992	0.965	0.691	0.693	0.610	0.712	0.561	0.552	0.988	0.923	0.978	0.764	0.649
1993	0.623	0.052	0.211	0.935	0.437	0.959	0.286	0.839	0.547	0.190	0.395	0.796
1994	0.813	0.596	0.979	0.164	0.232	0.286	0.286	0.524	0.429	0.345	0.022	0.068
1995	0.253	0.482	0.238	0.350	0.416	0.855	0.656	0.752	0.429	0.574	0.619	0.159
1996	0.483	0.076	0.179	0.071	0.095	0.286	0.835	0.817	0.533	0.601	0.662	0.660
1997	0.513	0.642	0.079	0.041	0.593	0.286	0.286	0.524	0.429	0.190	0.095	0.011
1998	0.253	0.152	0.689	0.494	0.564	0.932	0.987	0.858	0.973	0.967	0.962	0.734
1999	0.623	0.780	0.840	0.913	0.473	0.899	0.286	0.524	0.429	0.784	0.918	0.773
2000	0.968	0.881	0.797	0.828	0.818	0.286	0.691	0.524	0.429	0.640	0.330	0.032
2001	0.100	0.230	0.258	0.264	0.437	0.893	0.498	0.542	0.658	0.772	0.645	0.275
2002	0.899	0.955	0.795	0.151	0.686	0.325	0.527	0.524	0.396	0.190	0.037	0.275
2003	0.521	0.724	0.279	0.212	0.553	0.208	0.612	0.524	0.581	0.710	0.365	0.631
2004	0.171	0.368	0.521	0.010	0.904	0.445	0.656	0.701	0.735	0.366	0.276	0.953
2005	0.330	0.263	0.313	0.706	0.095	0.480	0.854	0.716	0.658	0.423	0.234	0.951
2006	0.550	0.081	0.296	0.875	0.725	0.286	0.552	0.524	0.429	0.190	0.095	0.505
2007	0.114	0.956	0.565	0.374	0.553	0.522	0.286	0.716	0.429	0.405	0.752	0.932
2008	0.091	0.798	0.548	0.741	0.467	0.286	0.286	0.524	0.429	0.747	0.939	0.163
2009	0.369	0.826	0.258	0.795	0.716	0.686	0.780	0.524	0.645	0.666	0.382	0.227
2010	0.146	0.372	0.967	0.941	0.989	0.889	0.910	0.874	0.972	0.796	0.834	0.703
2011	0.797	0.547	0.638	0.490	0.742	0.686	0.498	0.524	0.429	0.120	0.640	0.444

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.17**, **Tabel 4.18** dan **Persamaan (2-22)** curah hujan kumulatif 0 (nol) pada Juni 1994 dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 H(x) &= q + (1 - q) \cdot G(x) \\
 &= 0,286 + (1 - 0,286) \cdot 0 \\
 &= 0,286
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 4.19**.

Dari **Tabel 4.19** kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk distribusi normal dengan menggunakan **Persamaan (2-3)** dan **Persamaan (2-4)** yang merupakan indeks kekeringan SPI. Pada program *Microsoft Excel* kedua persamaan tersebut dapat diformulasikan menjadi “=NORMSINV H(X)” seperti ditunjukkan pada **Tabel 4.20**.

Tabel 4.20 Perhitungan Indeks Kekeringan SPI Periode Defisit 1 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991	0.771	-1.365	-0.692	0.356	0.091	-0.301	0.068	0.060	0.336	-0.885	0.790	0.377
1992	1.806	0.499	0.505	0.278	0.560	0.154	0.132	2.243	1.427	2.007	0.721	0.384
1993	0.315	-1.626	-0.803	1.512	-0.160	1.738	-0.566	0.992	0.118	-0.876	-0.266	0.827
1994	0.890	0.243	2.029	-0.979	-0.732	-0.566	-0.566	0.060	-0.180	-0.399	-2.018	-1.492
1995	-0.666	-0.045	-0.714	-0.386	-0.213	1.059	0.402	0.681	-0.180	0.187	0.303	-0.998
1996	-0.042	-1.432	-0.921	-1.469	-1.309	-0.566	0.974	0.903	0.084	0.256	0.418	0.412
1997	0.032	0.364	-1.409	-1.738	0.234	-0.566	-0.566	0.060	-0.180	-0.876	-1.309	-2.278
1998	-0.666	-1.026	0.492	-0.015	0.162	1.494	2.226	1.071	1.924	1.845	1.777	0.624
1999	0.315	0.771	0.995	1.356	-0.067	1.277	-0.566	0.060	-0.180	0.787	1.389	0.749
2000	1.847	1.182	0.830	0.944	0.909	-0.566	0.500	0.060	-0.180	0.358	-0.440	-1.849
2001	-1.283	-0.738	-0.649	-0.632	-0.160	1.242	-0.006	0.105	0.406	0.746	0.373	-0.598
2002	1.274	1.695	0.824	-1.032	0.484	-0.454	0.068	0.060	-0.264	-0.876	-1.785	-0.598
2003	0.053	0.595	-0.587	-0.798	0.133	-0.812	0.284	0.060	0.204	0.553	-0.345	0.334
2004	-0.951	-0.337	0.053	-2.316	1.302	-0.137	0.402	0.527	0.629	-0.342	-0.596	1.671
2005	-0.440	-0.636	-0.487	0.542	-1.309	-0.050	1.052	0.570	0.406	-0.195	-0.725	1.653
2006	0.125	-1.398	-0.537	1.150	0.598	-0.566	0.132	0.060	-0.180	-0.876	-1.309	0.012
2007	-1.204	1.701	0.165	-0.322	0.133	0.056	-0.566	0.570	-0.180	-0.240	0.682	1.493
2008	-1.332	0.836	0.121	0.648	-0.082	-0.566	-0.566	0.060	-0.180	0.665	1.545	-0.984
2009	-0.333	0.939	-0.649	0.824	0.571	0.484	0.772	0.060	0.372	0.429	-0.299	-0.749
2010	-1.053	-0.326	1.839	1.564	2.274	1.219	1.343	1.143	1.913	0.826	0.969	0.534
2011	0.831	0.117	0.354	-0.026	0.650	0.484	-0.006	0.060	-0.180	-1.173	0.358	-0.142

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 4.20** nilai indeks kekeringan pada Stasiun Bendo ditentukan tingkat kekeringan dengan cara mencari nilai minimum setiap tahun. Contoh pada tahun 1991 Stasiun Bendo nilai minimum indeks kekeringan dari bulan Januari sampai Desember sebesar -1,365, maka tergolong status amat sangat kering. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.21 Tingkat Kekeringan Tiap Tahun pada Stasiun Bendo.

Tahun	Nilai SPI	Klasifikasi SPI						
		ASB	SB	CB	N	CK	SK	ASK
1991	-1.365	-	-	-	-	CK	-	-
1992	0.132	-	-	-	N	-	-	-
1993	-1.626	-	-	-	-	-	SK	-
1994	-2.018	-	-	-	-	-	-	ASK
1995	-0.998	-	-	-	N	-	-	-
1996	-1.469	-	-	-	-	CK	-	-
1997	-2.278	-	-	-	-	-	-	ASK
1998	-1.026	-	-	-	-	CK	-	-
1999	-0.566	-	-	-	N	-	-	-
2000	-1.849	-	-	-	-	-	SK	-
2001	-1.283	-	-	-	-	CK	-	-
2002	-1.785	-	-	-	-	-	SK	-
2003	-0.812	-	-	-	N	-	-	-
2004	-2.316	-	-	-	-	-	-	ASK
2005	-1.309	-	-	-	-	CK	-	-
2006	-1.398	-	-	-	-	CK	-	-
2007	-1.204	-	-	-	-	CK	-	-
2008	-1.332	-	-	-	-	CK	-	-
2009	-0.749	-	-	-	N	-	-	-
2010	-1.053	-	-	-	-	CK	-	-
2011	-1.173	-	-	-	-	-	SK	-

Sumber: Hasil Pengamatan

Klasifikasi	Nilai SPI
Amat sangat basah (ASB)	$> 2,00$
Sangat basah (SB)	1,50 - 1,99
Cukup basah (CB)	1,00 - 1,49
Normal (N)	(- 0,99) - 0,99
Cukup kering (CK)	(-1,00) - (-1,49)
Sangat kering (SK)	(-1,50) - (-1,99)
Amat sangat kering (ASK)	$< (-2,00)$

b. Periode Defisit 3 Bulanan

Tabel 4.22 Perhitungan Periode Defisit 3 Bulanan Stasion Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991			536	421	356	249	67	25	23	25	256	465
1992	896	932	980	721	559	320	147	180	314	837	919	977
1993	700	572	461	543	474	510	176	177	33	33	108	396
1994	712	852	1141	905	670	84	4	0	0	23	35	88
1995	229	427	499	455	265	230	122	114	24	81	230	313
1996	461	403	427	265	162	55	37	57	65	105	261	485
1997	632	708	548	368	173	101	57	0	0	0	0	23
1998	187	316	566	553	473	328	345	324	513	810	1209	1156
1999	943	815	910	969	699	448	137	108	0	161	502	786
2000	1069	1080	1125	936	765	436	196	15	15	90	174	211
2001	242	308	402	383	256	230	132	111	28	177	345	438
2002	649	905	1118	831	497	185	113	21	7	2	19	132
2003	358	619	641	506	274	146	64	18	21	131	223	432
2004	456	547	536	419	537	352	338	45	59	73	137	561
2005	717	803	487	512	354	235	70	79	73	66	120	557
2006	755	797	480	529	536	394	118	6	6	0	0	179
2007	305	732	778	777	396	203	78	41	9	41	246	670
2008	756	849	644	745	466	247	28	0	0	138	512	596
2009	649	595	642	691	478	399	185	78	46	120	216	298
2010	334	422	859	1065	1651	1215	937	199	409	514	743	680
2011	820	785	787	628	524	324	178	56	4	3	171	332
Jumlah	11870	13467	14567	13222	10565	6691	3529	1654	1649	3430	6426	9775
Rata-rata	593.500	673.350	693.667	629.619	503.095	318.619	168.048	78.762	78.524	163.333	306.000	465.476
n	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Simp. baku	257.107	219.020	241.855	223.086	309.272	239.751	197.214	83.391	144.661	245.743	314.206	286.016
α	5.329	9.452	8.226	7.965	2.646	1.766	0.726	0.892	0.295	0.442	0.948	2.649
β	111.380	71.241	84.326	79.044	190.121	180.406	231.442	88.293	266.503	369.733	322.631	175.746
Freq= m	0	0	0	0	0	0	0	3	4	2	2	0
q= m/n	0	0	0	0	0	0	0	0.143	0.190	0.095	0.095	0

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 4.22** pada bulan Januari diketahui:

$$1. \text{ Jumlah} = 896 + 700 + 712 + 229 + 461 + 632 + 187 + 943 + 1069 + 242 + 649 + \\ + 358 + 456 + 717 + 755 + 305 + 756 + 649 + 334 + 820 \\ = 11870 \text{ mm}$$

$$2. \text{ Rata-rata} = \frac{11870}{20} \\ = 593,500 \text{ mm}$$

$$3. \text{ Simp. baku} = 257,107 \text{ mm}$$

$$4. \alpha = \frac{593,500^2}{257,107^2} \\ = 5,329$$

$$5. \beta = \frac{593,500}{5,329} \\ = 111,380$$

$$6. m = \text{banyak kejadian } 0 \\ = 0$$

$$7. q = \frac{m}{n}$$

$$n = \text{banyak kejadian}$$

$$\text{maka, } q = \frac{0}{0} \\ = 0$$

Menurut Mckee (1993) data hujan dalam metode SPI disesuaikan dengan suatu bentuk distribusi fungsi gamma dengan **Persamaan (2-17)**. Pada program *Microsoft Excel* rumus gamma dapat menggunakan “=*GAMMADIST*($x, \alpha, \beta, TRUE$)” sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.23** untuk Stasiun Bendo.

Tabel 4.23 Perhitungan Distribusi Fungsi Gamma pada Periode Defisit 3 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEL	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991			0.278	0.173	0.374	0.477	0.395	0.297	0.530	0.336	0.572	0.581
1992	0.877	0.877	0.878	0.694	0.648	0.602	0.613	0.892	0.936	0.972	0.948	0.942
1993	0.704	0.353	0.164	0.387	0.544	0.822	0.668	0.888	0.585	0.378	0.309	0.481
1994	0.718	0.805	0.952	0.886	0.755	0.119	0.057	0.000	0.000	0.325	0.118	0.028
1995	0.041	0.117	0.219	0.227	0.234	0.440	0.557	0.764	0.537	0.541	0.535	0.347
1996	0.340	0.090	0.122	0.022	0.091	0.062	0.271	0.530	0.696	0.595	0.579	0.608
1997	0.614	0.604	0.297	0.102	0.105	0.156	0.358	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
1998	0.019	0.025	0.328	0.406	0.543	0.615	0.858	0.980	0.976	0.970	0.979	0.973
1999	0.903	0.762	0.824	0.923	0.778	0.766	0.592	0.747	0.000	0.690	0.805	0.871
2000	0.950	0.954	0.947	0.905	0.824	0.754	0.701	0.198	0.471	0.563	0.443	0.179
2001	0.050	0.022	0.095	0.120	0.220	0.440	0.581	0.755	0.560	0.711	0.678	0.544
2002	0.638	0.856	0.945	0.826	0.574	0.345	0.535	0.259	0.379	0.112	0.068	0.070
2003	0.177	0.442	0.458	0.317	0.247	0.257	0.384	0.230	0.517	0.644	0.524	0.535
2004	0.332	0.306	0.278	0.170	0.623	0.650	0.853	0.454	0.680	0.520	0.371	0.697
2005	0.723	0.747	0.201	0.329	0.371	0.450	0.406	0.641	0.716	0.500	0.335	0.693
2006	0.764	0.739	0.191	0.360	0.622	0.706	0.548	0.092	0.362	0.000	0.000	0.131
2007	0.109	0.644	0.674	0.768	0.435	0.384	0.433	0.426	0.407	0.413	0.558	0.797
2008	0.766	0.802	0.463	0.728	0.534	0.473	0.225	0.000	0.000	0.655	0.811	0.733
2009	0.638	0.396	0.459	0.650	0.550	0.712	0.683	0.636	0.639	0.625	0.513	0.322
2010	0.145	0.111	0.773	0.959	0.995	0.994	0.991	0.914	0.961	0.919	0.909	0.805
2011	0.824	0.723	0.686	0.544	0.607	0.608	0.671	0.524	0.322	0.134	0.437	0.379

Sumber : Hasil Perhitungan

Dalam perhitungan distribusi fungsi gamma yang disajikan pada **Tabel 4.23** ditemukan curah hujan kumulatif adalah 0 (nol). Untuk menghindari kesulitan pada waktu curah hujan 0 (nol), maka digunakan **Persamaan (2-22)** sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.24**.

Tabel 4.24 Perhitungan Distribusi Fungsi Gamma dengan $H(x)$ Periode Defisit 3 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i= 1	i= 2	i= 3	i= 4	i= 5	i= 6	i= 7	i= 8	i= 9	i= 10	i= 11	i= 12
1991			0.278	0.173	0.374	0.477	0.395	0.297	0.530	0.336	0.572	0.581
1992	0.877	0.877	0.878	0.694	0.648	0.602	0.613	0.892	0.936	0.972	0.948	0.942
1993	0.704	0.353	0.164	0.387	0.544	0.822	0.668	0.888	0.585	0.378	0.309	0.481
1994	0.718	0.805	0.952	0.886	0.755	0.119	0.057	0.143	0.190	0.325	0.118	0.028
1995	0.041	0.117	0.219	0.227	0.234	0.440	0.557	0.764	0.537	0.541	0.535	0.347
1996	0.340	0.090	0.122	0.022	0.091	0.062	0.271	0.530	0.696	0.595	0.579	0.608
1997	0.614	0.604	0.297	0.102	0.105	0.156	0.358	0.143	0.190	0.095	0.095	0.001
1998	0.019	0.025	0.328	0.406	0.543	0.615	0.858	0.980	0.976	0.970	0.979	0.973
1999	0.903	0.762	0.824	0.923	0.778	0.766	0.592	0.747	0.190	0.690	0.805	0.871
2000	0.950	0.954	0.947	0.905	0.824	0.754	0.701	0.198	0.471	0.563	0.443	0.179
2001	0.050	0.022	0.095	0.120	0.220	0.440	0.581	0.755	0.560	0.711	0.678	0.544
2002	0.638	0.856	0.945	0.826	0.574	0.345	0.535	0.259	0.379	0.112	0.068	0.070
2003	0.177	0.442	0.458	0.317	0.247	0.257	0.384	0.230	0.517	0.644	0.524	0.535
2004	0.332	0.306	0.278	0.170	0.623	0.650	0.853	0.454	0.680	0.520	0.371	0.697
2005	0.723	0.747	0.201	0.329	0.371	0.450	0.406	0.641	0.716	0.500	0.335	0.693
2006	0.764	0.739	0.191	0.360	0.622	0.706	0.548	0.092	0.362	0.095	0.095	0.131
2007	0.109	0.644	0.674	0.768	0.435	0.384	0.433	0.426	0.407	0.413	0.558	0.797
2008	0.766	0.802	0.463	0.728	0.534	0.473	0.225	0.143	0.190	0.655	0.811	0.733
2009	0.638	0.396	0.459	0.650	0.550	0.712	0.683	0.636	0.639	0.625	0.513	0.322
2010	0.145	0.111	0.773	0.959	0.995	0.994	0.991	0.914	0.961	0.919	0.909	0.805
2011	0.824	0.723	0.686	0.544	0.607	0.608	0.671	0.524	0.322	0.134	0.437	0.379

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.17**, **Tabel 4.18** dan **Persamaan (2-22)** curah hujan kumulatif 0 (nol) pada Agustus 1994 dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 H(x) &= q + (1 - q) \cdot G(x) \\
 &= 0,143 + (1 - 0,143) \cdot 0 \\
 &= 0,143
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 4.24**.

Dari **Tabel 4.24** kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk distribusi normal dengan menggunakan **Persamaan (2-3)** dan **Persamaan (2-4)** yang merupakan indeks kekeringan SPI. Pada program *Microsoft Excel* kedua persamaan tersebut dapat diformulasikan menjadi “=NORMSINV H(X)” seperti ditunjukkan pada **Tabel 4.25**.

Tabel 4.25 Perhitungan Indeks Kekeringan SPI Periode Defisit 3 Bulan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN i=1	FEB i=2	MAR i=3	APR i=4	MEI i=5	JUN i=6	JUL i=7	AGU i=8	SEP i=9	OKT i=10	NOV i=11	DES i=12
1991			-0.590	-0.943	-0.320	-0.057	-0.265	-0.533	0.077	-0.422	0.182	0.205
1992	1.161	1.162	1.165	0.508	0.379	0.259	0.288	1.237	1.523	1.917	1.622	1.569
1993	0.535	-0.378	-0.977	-0.288	0.111	0.922	0.434	1.217	0.215	-0.311	-0.499	-0.047
1994	0.576	0.859	1.668	1.205	0.691	-1.180	-1.580	-1.068	-0.876	-0.454	-1.186	-1.904
1995	-1.744	-1.189	-0.776	-0.748	-0.727	-0.152	0.145	0.720	0.092	0.103	0.088	-0.394
1996	-0.412	-1.341	-1.167	-2.010	-1.332	-1.537	-0.611	0.075	0.514	0.242	0.199	0.273
1997	0.291	0.264	-0.532	-1.268	-1.256	-1.013	-0.365	-1.068	-0.876	-1.309	-1.309	-3.073
1998	-2.083	-1.952	-0.446	-0.239	0.108	0.291	1.070	2.051	1.984	1.879	2.032	1.932
1999	1.297	0.713	0.929	1.425	0.767	0.726	0.233	0.664	-0.876	0.495	0.858	1.131
2000	1.643	1.681	1.620	1.312	0.932	0.687	0.526	-0.848	-0.073	0.158	-0.144	-0.921
2001	-1.649	-2.014	-1.313	-1.173	-0.772	-0.152	0.204	0.692	0.151	0.556	0.463	0.109
2002	0.353	1.062	1.599	0.937	0.187	-0.400	0.088	-0.645	-0.309	-1.214	-1.494	-1.476
2003	-0.926	-0.146	-0.106	-0.475	-0.683	-0.652	-0.294	-0.740	0.043	0.369	0.061	0.088
2004	-0.435	-0.507	-0.590	-0.954	0.313	0.386	1.048	-0.114	0.468	0.050	-0.328	0.517
2005	0.593	0.665	-0.838	-0.444	-0.328	-0.126	-0.238	0.360	0.571	0.000	-0.425	0.504
2006	0.721	0.640	-0.875	-0.358	0.310	0.542	0.120	-1.330	-0.353	-1.309	-1.309	-1.124
2007	-1.232	0.368	0.451	0.731	-0.164	-0.296	-0.168	-0.185	-0.235	-0.219	0.146	0.831
2008	0.724	0.848	-0.093	0.605	0.085	-0.067	-0.757	-1.068	-0.876	0.400	0.881	0.622
2009	0.353	-0.263	-0.102	0.384	0.125	0.559	0.477	0.348	0.355	0.317	0.034	-0.463
2010	-1.060	-1.220	0.750	1.738	2.588	2.502	2.368	1.363	1.759	1.400	1.333	0.858
2011	0.930	0.591	0.485	0.111	0.272	0.275	0.444	0.060	-0.462	-1.106	-0.158	-0.309

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 4.25** nilai indeks kekeringan pada Stasiun Bendo ditentukan tingkat kekeringan dengan cara mencari nilai minimum setiap tahun. Selama tahun 1991-2011 pada Stasiun Bendo terdapat 4 tahun yang mengalami tingkat kekeringan terparah dengan status amat sangat kering. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.26 Tingkat Kekeringan Tiap Tahun pada Stasiun Bendo.

Tahun	Nilai SPI	Klasifikasi SPI						
		ASB	SB	CB	N	CK	SK	ASK
1991	-0.943	-	-	-	N	-	-	-
1992	0.259	-	-	-	N	-	-	-
1993	-0.977	-	-	-	N	-	-	-
1994	-1.904	-	-	-	-	-	SK	-
1995	-1.744	-	-	-	-	-	SK	-
1996	-2.010	-	-	-	-	-	-	ASK
1997	-3.073	-	-	-	-	-	-	ASK
1998	-2.083	-	-	-	-	-	-	ASK
1999	-0.876	-	-	-	N	-	-	-
2000	-0.921	-	-	-	N	-	-	-
2001	-2.014	-	-	-	-	-	-	ASK
2002	-1.494	-	-	-	-	-	-	-
2003	-0.926	-	-	-	N	-	-	-
2004	-0.954	-	-	-	N	-	-	-
2005	-0.838	-	-	-	N	-	-	-
2006	-1.330	-	-	-	-	CK	-	-
2007	-1.232	-	-	-	-	CK	-	-
2008	-1.068	-	-	-	-	CK	-	-
2009	-0.463	-	-	-	N	-	-	-
2010	-1.220	-	-	-	-	CK	-	-
2011	-1.106	-	-	-	-	CK	-	-

Sumber: Hasil Pengamatan

Klasifikasi	Nilai SPI
Amat sangat basah (ASB)	> 2,00
Sangat basah (SB)	1,50 - 1,99
Cukup basah (CB)	1,00 - 1,49
Normal (N)	(- 0,99) - 0,99
Cukup kering (CK)	(- 1,00) - (- 1,49)
Sangat kering (SK)	(- 1,50) - (- 1,99)
Amat sangat kering (ASK)	< (- 2,00)

Untuk perhitungan stasiun yang lain dapat dilihat pada **Lampiran 8**.

c. Periode Defisit 6 Bulanan

Tabel 4.27 Perhitungan Periode Defisit 6 Bulanan Stasium Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991	921	1188	1445	1617	1491	785	488	381	272	92	281	488
1992	921	1188	1445	1617	1491	1300	868	739	634	984	1099	1291
1993	1537	1491	1438	1243	1046	971	719	651	543	209	285	429
1994	745	960	1537	1617	1522	1225	909	670	84	27	35	88
1995	252	462	587	684	692	729	577	379	254	203	344	337
1996	542	633	740	726	565	482	302	219	120	142	318	550
1997	737	969	1033	1000	881	649	425	173	101	57	0	23
1998	187	316	589	740	789	894	898	797	841	1155	1533	1669
1999	1753	2024	2066	1912	1514	1358	1106	807	448	298	610	786
2000	1230	1582	1911	2005	1845	1561	1132	780	451	286	189	226
2001	332	482	613	625	564	632	515	367	258	309	456	466
2002	826	1250	1556	1480	1402	1303	944	518	192	115	40	139
2003	360	638	773	864	893	787	570	292	167	195	241	453
2004	587	770	968	875	1084	888	757	582	411	411	182	620
2005	790	940	1048	1229	1157	722	582	433	308	136	199	630
2006	821	917	1037	1284	1333	874	647	542	400	118	6	185
2007	305	732	957	1082	1128	981	855	437	212	119	287	679
2008	797	1095	1314	1501	1315	891	773	466	247	166	512	596
2009	787	1107	1238	1340	1073	1041	876	556	445	305	294	344
2010	454	638	1157	1399	2073	2074	2002	1850	1624	1451	942	1089
2011	1334	1528	1467	1448	1309	1111	806	580	328	181	227	336
Jumlah	15297	19722	23474	24671	23676	21258	16751	12219	8340	6959	8080	11424
Rata-rata	764.850	986.100	1173.700	1233.550	1183.800	1012.286	797.667	581.857	397.143	331.381	384.762	544.000
n	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	21
Stimp. baku	428.284	434.184	420.790	402.969	399.639	364.804	350.295	343.153	336.914	381.135	383.922	402.716
α	3.189	5.158	7.780	9.371	8.774	7.700	5.185	2.875	1.389	0.756	1.004	1.825
β	239.822	191.173	150.860	131.639	134.914	131.467	153.832	202.376	285.819	438.358	383.084	298.126
Freq= m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
q= m/n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,048	0

Sumber : Hasil Perhitungan



Dari **Tabel 4.27** pada bulan Januari diketahui:

$$1. \text{ Jumlah} = 921 + 1537 + 745 + 252 + 542 + 737 + 187 + 1753 + 1230 + 332 + 826 + 360 + 587 + 790 + 821 + 305 + 797 + 787 + 454 + 1334 = 15297 \text{ mm}$$

$$2. \text{ Rata-rata} = \frac{15297}{20} = 764,850 \text{ mm}$$

$$3. \text{ Simp. baku} = 428,284 \text{ mm}$$

$$4. \alpha = \frac{764,850^2}{428,284^2} = 3,189$$

$$5. \beta = \frac{764,850}{3,189} = 239,822$$

$$6. m = \text{banyak kejadian } 0 = 0$$

$$7. q = \frac{m}{n}$$

$$n = \text{banyak kejadian}$$

$$\text{maka, } q = \frac{0}{0} = 0$$

Menurut Mckee (1993) data hujan dalam metode SPI disesuaikan dengan suatu bentuk distribusi fungsi gamma dengan **Persamaan (2-17)**. Pada program *Microsoft Excel* rumus gamma dapat menggunakan “=*GAMMADIST*($x, \alpha, \beta, TRUE$)” sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.28** untuk Stasiun Bendo.

Tabel 4.28 Perhitungan Distribusi Fungsi Gamma pada Periode Defisit 6 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN $i=1$	FEB $i=2$	MAR $i=3$	APR $i=4$	MEI $i=5$	JUN $i=6$	JUL $i=7$	AGU $i=8$	SEP $i=9$	OKT $i=10$	NOV $i=11$	DES $i=12$
1991						0.290	0.189	0.320	0.450	0.306	0.518	0.543
1992	0.701	0.720	0.764	0.835	0.794	0.800	0.634	0.731	0.809	0.934	0.943	0.944
1993	0.944	0.875	0.759	0.553	0.403	0.502	0.466	0.652	0.748	0.511	0.523	0.478
1994	0.556	0.535	0.817	0.835	0.813	0.747	0.673	0.670	0.125	0.129	0.086	0.052
1995	0.070	0.085	0.054	0.063	0.090	0.230	0.291	0.318	0.422	0.502	0.591	0.366
1996	0.349	0.216	0.142	0.084	0.033	0.044	0.040	0.112	0.191	0.405	0.562	0.604
1997	0.549	0.543	0.410	0.305	0.236	0.153	0.126	0.067	0.156	0.220	0.000	0.005
1998	0.033	0.022	0.055	0.092	0.156	0.414	0.663	0.775	0.899	0.957	0.982	0.981
1999	0.971	0.977	0.968	0.940	0.808	0.835	0.824	0.782	0.666	0.618	0.795	0.780
2000	0.865	0.904	0.945	0.957	0.937	0.921	0.839	0.763	0.669	0.605	0.387	0.220
2001	0.133	0.097	0.066	0.040	0.033	0.138	0.219	0.301	0.429	0.629	0.694	0.519
2002	0.628	0.760	0.827	0.753	0.735	0.802	0.705	0.503	0.321	0.354	0.098	0.108
2003	0.159	0.221	0.167	0.180	0.248	0.292	0.283	0.200	0.277	0.491	0.465	0.505
2004	0.397	0.348	0.345	0.189	0.443	0.407	0.512	0.579	0.628	0.718	0.376	0.665
2005	0.597	0.516	0.425	0.539	0.518	0.222	0.298	0.392	0.501	0.394	0.403	0.673
2006	0.624	0.494	0.414	0.592	0.681	0.391	0.378	0.532	0.616	0.360	0.015	0.166
2007	0.110	0.311	0.334	0.389	0.489	0.514	0.620	0.397	0.355	0.362	0.525	0.711
2008	0.603	0.651	0.670	0.767	0.666	0.411	0.530	0.436	0.411	0.446	0.736	0.645
2009	0.594	0.660	0.606	0.643	0.431	0.579	0.642	0.549	0.663	0.625	0.534	0.375
2010	0.254	0.221	0.532	0.692	0.974	0.991	0.995	0.995	0.992	0.979	0.914	0.902
2011	0.899	0.888	0.777	0.730	0.661	0.649	0.568	0.576	0.528	0.470	0.445	0.365

Sumber : Hasil Perhitungan

Dalam perhitungan distribusi fungsi gamma yang disajikan pada **Tabel 4.28** ditemukan curah hujan kumulatif adalah 0 (nol). Untuk menghindari kesulitan pada waktu curah hujan 0 (nol), maka digunakan **Persamaan (2-22)** sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.29**.

Tabel 4.29 Perhitungan Distribusi Fungsi Gamma dengan $H(x)$ Periode Defisit 6 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i= 1	i= 2	i= 3	i= 4	i= 5	i= 6	i= 7	i= 8	i= 9	i= 10	i= 11	i= 12
1991						0.290	0.189	0.320	0.450	0.306	0.518	0.543
1992	0.701	0.720	0.764	0.835	0.794	0.800	0.634	0.731	0.809	0.934	0.943	0.944
1993	0.944	0.875	0.759	0.553	0.403	0.502	0.466	0.652	0.748	0.511	0.523	0.478
1994	0.556	0.535	0.817	0.835	0.813	0.747	0.673	0.670	0.125	0.129	0.086	0.052
1995	0.070	0.085	0.054	0.063	0.090	0.230	0.291	0.318	0.422	0.502	0.591	0.366
1996	0.349	0.216	0.142	0.084	0.033	0.044	0.040	0.112	0.191	0.405	0.562	0.604
1997	0.549	0.543	0.410	0.305	0.236	0.153	0.126	0.067	0.156	0.220	0.048	0.005
1998	0.033	0.022	0.055	0.092	0.156	0.414	0.663	0.775	0.899	0.957	0.982	0.981
1999	0.971	0.977	0.968	0.940	0.808	0.835	0.824	0.782	0.666	0.618	0.795	0.780
2000	0.865	0.904	0.945	0.957	0.937	0.921	0.839	0.763	0.669	0.605	0.387	0.220
2001	0.133	0.097	0.066	0.040	0.033	0.138	0.219	0.301	0.429	0.629	0.694	0.519
2002	0.628	0.760	0.827	0.753	0.735	0.802	0.705	0.503	0.321	0.354	0.098	0.108
2003	0.159	0.221	0.167	0.180	0.248	0.292	0.283	0.200	0.277	0.491	0.465	0.505
2004	0.397	0.348	0.345	0.189	0.443	0.407	0.512	0.579	0.628	0.718	0.376	0.665
2005	0.597	0.516	0.425	0.539	0.518	0.222	0.298	0.392	0.501	0.394	0.403	0.673
2006	0.624	0.494	0.414	0.592	0.681	0.391	0.378	0.532	0.616	0.360	0.015	0.166
2007	0.110	0.311	0.334	0.389	0.489	0.514	0.620	0.397	0.355	0.362	0.525	0.711
2008	0.603	0.651	0.670	0.767	0.666	0.411	0.530	0.436	0.411	0.446	0.736	0.645
2009	0.594	0.660	0.606	0.643	0.431	0.579	0.642	0.549	0.663	0.625	0.534	0.375
2010	0.254	0.221	0.532	0.692	0.974	0.991	0.995	0.995	0.992	0.979	0.914	0.902
2011	0.899	0.888	0.777	0.730	0.661	0.649	0.568	0.576	0.528	0.470	0.445	0.365

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Tabel 4.17**, **Tabel 4.18** dan **Persamaan (2-22)** curah hujan kumulatif 0 (nol) pada November 1997 dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 H(x) &= q + (1 - q) \cdot G(x) \\
 &= 0,048 + (1 - 0,048) \cdot 0 \\
 &= 0,048
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 4.29 kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk distribusi normal dengan menggunakan **Persamaan (2-3)** dan **Persamaan (2-4)** yang merupakan indeks kekeringan SPI. Pada program *Microsoft Excel* kedua persamaan tersebut dapat diformulasikan menjadi “=NORMSINV H(X)” seperti ditunjukkan pada **Tabel 4.30**.

Tabel 4.30 Perhitungan Indeks Kekeringan SPI Periode Defisit 6 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991						-0.554	-0.882	-0.467	-0.126	-0.509	0.044	0.107
1992	0.527	0.582	0.719	0.974	0.821	0.842	0.341	0.616	0.873	1.506	1.578	1.592
1993	1.586	1.150	0.704	0.132	-0.245	0.006	-0.084	0.390	0.668	0.026	0.057	-0.055
1994	0.141	0.087	0.905	0.974	0.887	0.665	0.450	0.441	-1.150	-1.133	-1.364	-1.624
1995	-1.474	-1.374	-1.607	-1.530	-1.343	-0.740	-0.549	-0.474	-0.196	0.005	0.229	-0.342
1996	-0.389	-0.785	-1.071	-1.378	-1.832	-1.706	-1.748	-1.216	-0.873	-0.241	0.156	0.264
1997	0.123	0.108	-0.228	-0.510	-0.719	-1.024	-1.144	-1.501	-1.010	-0.772	-1.668	-2.563
1998	-1.838	-2.017	-1.600	-1.328	-1.009	-0.216	0.421	0.756	1.278	1.713	2.087	2.082
1999	1.891	1.992	1.855	1.552	0.870	0.975	0.930	0.779	0.428	0.300	0.825	0.771
2000	1.101	1.306	1.594	1.722	1.528	1.411	0.989	0.716	0.436	0.267	-0.286	-0.773
2001	-1.111	-1.298	-1.510	-1.755	-1.837	-1.087	-0.777	-0.521	-0.180	0.330	0.508	0.048
2002	0.326	0.705	0.942	0.682	0.627	0.849	0.540	0.006	-0.466	-0.375	-1.293	-1.237
2003	-0.999	-0.770	-0.966	-0.917	-0.682	-0.548	-0.574	-0.842	-0.592	-0.024	-0.088	0.013
2004	-0.261	-0.389	-0.399	-0.882	-0.143	-0.234	0.029	0.198	0.326	0.576	-0.316	0.427
2005	0.245	0.040	-0.189	0.098	0.045	-0.764	-0.531	-0.275	0.004	-0.269	-0.246	0.449
2006	0.315	-0.015	-0.217	0.232	0.470	-0.276	-0.311	0.080	0.294	-0.359	-2.164	-0.971
2007	-1.226	-0.494	-0.429	-0.282	-0.029	0.034	0.306	-0.261	-0.373	-0.353	0.063	0.556
2008	0.261	0.388	0.440	0.728	0.429	-0.225	0.076	-0.162	-0.224	-0.136	0.630	0.373
2009	0.239	0.414	0.269	0.365	-0.173	0.198	0.363	0.122	0.420	0.319	0.085	-0.318
2010	-0.662	-0.770	0.080	0.502	1.937	2.372	2.607	2.601	2.408	2.031	1.365	1.294
2011	1.273	1.215	0.764	0.612	0.415	0.382	0.171	0.193	0.071	-0.076	-0.138	-0.345

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 4.30** nilai indeks kekeringan pada Stasiun Bendo ditentukan tingkat kekeringan dengan cara mencari nilai minimum setiap tahun. Selama tahun 1991-2011 pada Stasiun Bendo terdapat 3 tahun yang mengalami tingkat kekeringan terparah dengan status amat sangat kering. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.31 Tingkat Kekeringan Tiap Tahun pada Stasiun Bendo.

Tahun	Nilai SPI	Klasifikasi SPI						
		ASB	SB	CB	N	CK	SK	ASK
1991	-0.882	-	-	-	N	n	-	-
1992	0.341	-	-	-	N	-	-	-
1993	-0.245	-	-	-	N	-	-	-
1994	-1.624	-	-	-	-	-	SK	-
1995	-1.607	-	-	-	-	-	SK	-
1996	-1.832	-	-	-	-	-	SK	-
1997	-2.563	-	-	-	-	-	-	ASK
1998	-2.017	-	-	-	-	-	-	ASK
1999	0.300	-	-	-	N	-	-	-
2000	-0.773	-	-	-	N	-	-	-
2001	-1.837	-	-	-	-	-	SK	-
2002	-1.293	-	-	-	-	CK	-	-
2003	-0.999	-	-	-	N	-	-	-
2004	-0.882	-	-	-	N	-	-	-
2005	-0.764	-	-	-	N	-	-	-
2006	-2.164	-	-	-	-	-	-	ASK
2007	-1.226	-	-	-	-	CK	-	-
2008	-0.225	-	-	-	N	-	-	-
2009	-0.318	-	-	-	N	-	-	-
2010	-0.770	-	-	-	N	-	-	-
2011	-0.345	-	-	-	N	-	-	-

Sumber: Hasil Pengamatan

Klasifikasi	Nilai SPI
Amat sangat basah (ASB)	> 2,00
Sangat basah (SB)	1,50 - 1,99
Cukup basah (CB)	1,00 - 1,49
Normal (N)	(- 0,99) - 0,99
Cukup kering (CK)	(- 1,00) - (- 1,49)
Sangat kering (SK)	(- 1,50) - (- 1,99)
Amat sangat kering (ASK)	< (- 2,00)

Untuk perhitungan stasiun yang lain dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

d. Periode Defisit 12 Bulanan

Tabel 4.32 Perhitungan Periode Defisit 12 Bulanan Stasiun Bendu

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991												1273
1992	1409	1569	1717	1709	1772	1788	3781	3919	4071	4593	4582	1400
1993	2405	2230	2072	2227	2145	2262	4249	4135	3974	3445	3324	1313
1994	1464	1611	2080	1826	1807	1654	3648	3624	3615	3638	3551	1066
1995	1161	1132	671	711	727	817	2824	2836	2836	2882	3031	1032
1996	1119	1012	994	929	909	819	2840	2848	2856	2864	2879	672
1997	1039	1188	1153	1142	1199	1199	3159	3139	3131	3054	2878	2563
1998	612	489	690	797	789	917	3083	3111	3428	3893	4320	2144
1999	2651	2821	2907	3067	3047	3027	4858	4830	4513	4209	4123	1787
2000	2336	2389	2359	2303	2455	2347	4362	4362	4362	4291	4034	1098
2001	1464	1262	1064	911	753	858	2848	2850	2872	2935	3021	1442
2002	1341	1617	1814	1789	1858	1769	3772	3770	3750	3597	3444	1240
2003	1304	1156	965	979	933	926	2933	2933	2943	3062	3137	1508
2004	1157	1062	1135	1070	1325	1341	3348	3356	3383	3290	3270	1352
2005	1547	1522	1459	1640	1339	1342	3377	3378	3361	3370	3361	1059
2006	1403	1350	1345	1420	1532	1504	3474	3465	3443	3408	3345	1660
2007	952	1274	1357	1200	1134	1166	3167	3176	3176	3208	3422	1487
2008	1652	1532	1526	1620	1602	1570	3578	3569	3569	3675	3835	1385
2009	1560	1573	1485	1506	1585	1637	3672	3672	3692	3654	3376	3163
2010	1330	1194	1602	1704	2367	2418	4466	4498	4791	4860	5025	1447
2011	3336	3378	3091	2899	2251	2200	4151	4119	3806	3640	3547	32682
Jumlah	31242	31361	31486	31449	31529	31561	71590	71590	71572	71568	71505	62773
Rata-rata	1562.100	1568.050	1574.300	1572.450	1576.450	1578.050	3579.500	3579.500	3578.600	3578.400	3575.250	2989.190
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21
Simp. baku	647.155	671.495	662.311	659.377	642.693	620.168	592.427	584.878	558.046	560.107	578.170	6825.755
α	5.826	5.453	5.650	5.687	6.017	6.475	36.507	37.455	41.123	40.816	38.239	0.192
β	268.107	287.558	278.636	276.497	262.016	243.724	98.050	95.567	87.021	87.670	93.499	15586.471
Freq=m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$q = m/n$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan



Dari **Tabel 4.32** pada bulan Januari diketahui:

$$1. \text{ Jumlah} = 1409 + 2405 + 1454 + 1161 + 1119 + 1039 + 612 + 2661 + 2336 + 1464 \\ + 1341 + 1304 + 1157 + 1547 + 1403 + 952 + 1652 + 1560 + 1330 + \\ 3336$$

$$= 31242 \text{ mm}$$

$$2. \text{ Rata-rata} = \frac{31242}{20}$$

$$= 1562,100 \text{ mm}$$

$$3. \text{ Simp. baku} = 647,155 \text{ mm}$$

$$4. \alpha = \frac{1562,100^2}{647,155^2}$$

$$= 5,826$$

$$5. \beta = \frac{1562,100}{5,826}$$

$$= 268,107$$

$$6. m = \text{banyak kejadian } 0$$

$$= 0$$

$$7. q = \frac{m}{n}$$

$$n = \text{banyak kejadian}$$

$$\text{maka, } q = \frac{0}{0}$$

$$= 0$$

Menurut Mckee (1993) data hujan dalam metode SPI disesuaikan dengan suatu bentuk distribusi fungsi gamma dengan **Persamaan (2-17)**. Pada program *Microsoft Excel* rumus gamma dapat menggunakan “=*GAMMADIST*(*x,α,β,TRUE*)” sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.33** untuk Stasiun Bendo.

Tabel 4.33 Perhitungan Distribusi Fungsi Gamma pada Periode Defisit 12 Bulan-an Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12
1991												0.663
1992	0.458	0.558	0.636	0.633	0.666	0.675	0.651	0.731	0.815	0.957	0.951	0.675
1993	0.895	0.844	0.794	0.845	0.824	0.865	0.869	0.831	0.769	0.425	0.348	0.667
1994	0.494	0.582	0.797	0.693	0.683	0.599	0.568	0.552	0.547	0.563	0.505	0.643
1995	0.294	0.283	0.052	0.064	0.062	0.085	0.093	0.094	0.083	0.100	0.174	0.639
1996	0.267	0.210	0.192	0.157	0.137	0.086	0.099	0.098	0.090	0.094	0.108	0.590
1997	0.218	0.318	0.288	0.281	0.308	0.297	0.247	0.232	0.216	0.175	0.108	0.749
1998	0.035	0.017	0.058	0.095	0.084	0.129	0.205	0.217	0.412	0.725	0.896	0.727
1999	0.937	0.951	0.960	0.973	0.974	0.976	0.977	0.976	0.945	0.868	0.831	0.704
2000	0.880	0.884	0.878	0.866	0.904	0.887	0.901	0.904	0.914	0.894	0.793	0.646
2001	0.494	0.366	0.233	0.147	0.071	0.102	0.101	0.099	0.095	0.120	0.169	0.678
2002	0.413	0.585	0.686	0.675	0.708	0.665	0.646	0.646	0.638	0.534	0.430	0.660
2003	0.389	0.298	0.176	0.183	0.149	0.134	0.134	0.130	0.123	0.179	0.231	0.684
2004	0.292	0.240	0.277	0.236	0.391	0.394	0.365	0.369	0.380	0.317	0.312	0.671
2005	0.546	0.530	0.485	0.595	0.401	0.394	0.385	0.383	0.365	0.372	0.373	0.642
2006	0.454	0.422	0.412	0.461	0.527	0.504	0.450	0.443	0.423	0.399	0.362	0.695
2007	0.168	0.373	0.420	0.318	0.266	0.275	0.252	0.254	0.243	0.263	0.415	0.682
2008	0.608	0.536	0.527	0.584	0.570	0.547	0.521	0.515	0.514	0.588	0.689	0.673
2009	0.554	0.560	0.502	0.515	0.559	0.589	0.583	0.584	0.600	0.574	0.383	0.775
2010	0.406	0.322	0.572	0.631	0.885	0.902	0.925	0.934	0.978	0.983	0.989	0.679
2011	0.987	0.986	0.974	0.961	0.856	0.847	0.835	0.825	0.674	0.564	0.502	0.989

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 4.33** kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk distribusi normal dengan menggunakan **Persamaan (2-3)** dan **Persamaan (2-4)** yang merupakan indeks kekeringan SPI. Pada program *Microsoft Excel* kedua persamaan tersebut dapat diformulasikan menjadi “=NORMSINV H(X)” seperti ditunjukkan pada **Tabel 4.34**.

Tabel 4.34 Perhitungan Indeks Kekeringan SPI Periode Defisit 12 Bulanan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
k	i= 1	i= 2	i= 3	i= 4	i= 5	i= 6	i= 7	i= 8	i= 9	i= 10	i= 11	i= 12
1991												0.422
1992	-0.105	0.145	0.349	0.341	0.428	0.455	0.389	0.617	0.896	1.715	1.653	0.453
1993	1.256	1.013	0.822	1.017	0.929	1.102	1.121	0.958	0.736	-0.189	-0.391	0.432
1994	-0.016	0.206	0.832	0.504	0.477	0.251	0.170	0.130	0.117	0.158	0.012	0.365
1995	-0.541	-0.575	-1.627	-1.524	-1.539	-1.372	-1.322	-1.316	-1.383	-1.281	-0.939	0.355
1996	-0.621	-0.805	-0.870	-1.008	-1.095	-1.367	-1.290	-1.292	-1.341	-1.319	-1.238	0.229
1997	-0.779	-0.473	-0.560	-0.580	-0.503	-0.534	-0.684	-0.731	-0.786	-0.933	-1.240	0.672
1998	-1.810	-2.127	-1.576	-1.309	-1.380	-1.130	-0.824	-0.784	-0.222	0.598	1.261	0.603
1999	1.532	1.655	1.756	1.924	1.943	1.982	1.998	1.983	1.598	1.117	0.956	0.537
2000	1.175	1.195	1.167	1.107	1.304	1.208	1.290	1.305	1.364	1.248	0.815	0.374
2001	-0.016	-0.344	-0.729	-1.047	-1.471	-1.271	-1.274	-1.288	-1.308	-1.173	-0.959	0.463
2002	-0.219	0.215	0.484	0.453	0.549	0.426	0.374	0.374	0.354	0.085	-0.176	0.413
2003	-0.283	-0.531	-0.930	-0.902	-1.042	-1.109	-1.109	-1.125	-1.162	-0.918	-0.737	0.478
2004	-0.548	-0.707	-0.593	-0.718	-0.276	-0.270	-0.344	-0.336	-0.305	-0.477	-0.489	0.441
2005	0.115	0.074	-0.037	0.241	-0.252	-0.268	-0.293	-0.296	-0.346	-0.327	-0.324	0.363
2006	-0.115	-0.196	-0.222	-0.098	0.067	0.011	-0.125	-0.143	-0.194	-0.257	-0.353	0.511
2007	-0.961	-0.323	-0.202	-0.474	-0.626	-0.599	-0.669	-0.663	-0.698	-0.633	-0.215	0.473
2008	0.274	0.089	0.067	0.211	0.176	0.119	0.053	0.037	0.035	0.223	0.492	0.449
2009	0.135	0.151	0.004	0.039	0.150	0.225	0.210	0.211	0.253	0.186	-0.297	0.757
2010	-0.238	-0.462	0.182	0.334	1.201	1.295	1.442	1.507	2.017	2.112	2.284	0.464
2011	2.224	2.187	1.938	1.757	1.061	1.023	0.972	0.934	0.451	0.161	0.005	2.295

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 4.34** nilai indeks kekeringan pada Stasiun Bendo ditentukan tingkat kekeringan dengan cara mencari nilai minimum setiap tahun. Selama tahun 1991-2011 pada Stasiun Bendo terdapat 1 tahun yang mengalami tingkat kekeringan terparah dengan status amat sangat kering. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.35 Tingkat Kekeringan Tiap Tahun pada Stasiun Bendo.

Tahun	Nilai SPI	Klasifikasi SPI						
		ASB	SB	CB	N	CK	SK	ASK
1991	0.422	-	-	-	N	-	-	-
1992	-0.105	-	-	-	N	-	-	-
1993	-0.391	-	-	-	N	-	-	-
1994	-0.016	-	-	-	N	-	-	-
1995	-1.627	-	-	-	-	-	SK	-
1996	-1.367	-	-	-	-	CK	-	-
1997	-1.240	-	-	-	-	CK	-	-
1998	-2.127	-	-	-	-	-	-	ASK
1999	0.537	-	-	-	N	-	-	-
2000	0.374	-	-	-	N	-	-	-
2001	-1.471	-	-	-	-	CK	-	-
2002	-0.219	-	-	-	N	-	-	-
2003	-1.162	-	-	-	-	CK	-	-
2004	-0.718	-	-	-	N	-	-	-
2005	-0.346	-	-	-	N	-	-	-
2006	-0.353	-	-	-	N	-	-	-
2007	-0.961	-	-	-	N	-	-	-
2008	0.035	-	-	-	N	-	-	-
2009	-0.297	-	-	-	N	-	-	-
2010	-0.462	-	-	-	N	-	-	-
2011	0.005	-	-	-	N	-	-	-

Sumber: Hasil Pengamatan

Klasifikasi	Nilai SPI
Amat sangat basah (ASB)	> 2,00
Sangat basah (SB)	1,50 - 1,99
Cukup basah (CB)	1,00 - 1,49
Normal (N)	(- 0,99) - 0,99
Cukup kering (CK)	(- 1,00) - (- 1,49)
Sangat kering (SK)	(- 1,50) - (- 1,99)
Amat sangat kering (ASK)	< (- 2,00)

Untuk perhitungan stasiun yang lain dapat dilihat pada **Lampiran 10**.

4.3 Analisa Kejadian Kekeringan SPI untuk Masing – Masing Defisit

Pada subbab ini analisa dilakukan dengan melakukan rekapitulasi jumlah kejadian pada masing-masing periode defisit 1 bulanan, 3 bulanan, 6 bulanan dan 12 bulanan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.36 Rekapitulasi Jumlah Kejadian Kekeringan SPI untuk Periode Defisit 1 Bulanan

Tahun	Klasifikasi SPI							Ketertangan
	ASB	SB	CB	N	CK	SK	ASK	
1991	-	-	-	-	4	6	-	Sangat kering
1992	-	-	-	8	1	1	-	Normal
1993	-	-	-	2	3	4	1	Sangat kering
1994	-	-	-	-	1	5	4	Sangat kering
1995	-	-	-	8	1	1	-	Normal
1996	-	-	-	-	3	5	2	Sangat kering
1997	-	-	-	-	-	-	10	Amat sangat kering
1998	-	-	-	6	2	2	-	Normal
1999	-	-	-	7	2	-	1	Normal
2000	-	-	-	-	3	5	2	Sangat kering
2001	-	-	-	3	4	3	-	Cukup kering
2002	-	-	-	-	2	3	5	Amat sangat kering
2003	-	-	-	4	3	3	-	Normal
2004	-	-	-	-	1	2	7	Amat sangat kering
2005	-	-	-	1	1	7	1	Sangat kering
2006	-	-	-	-	1	3	6	Amat sangat kering
2007	-	-	-	6	4	-	-	Normal
2008	-	-	-	1	6	3	-	Cukup kering
2009	-	-	-	3	2	4	1	Sangat kering
2010	-	-	-	5	4	-	1	Normal
2011	-	-	-	4	1	3	2	Normal

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.37 Rekapitulasi Jumlah Kejadian Kekeringan SPI untuk Periode Defisit 3 Bulanan

Tahun	Klasifikasi SPI							Keterangan
	ASB	SB	CB	N	CK	SK	ASK	
1991	-	-	-	1	4	1	4	Amat sangat kering
1992	-	-	-	7	-	-	3	Normal
1993	-	-	-	5	2	2	1	Normal
1994	-	-	-	-	-	2	8	Amat sangat kering
1995	-	-	-	5	3	1	1	Normal
1996	-	-	-	-	1	3	6	Amat sangat kering
1997	-	-	-	-	-	-	10	Amat sangat kering
1998	-	-	-	-	2	1	7	Amat sangat kering
1999	-	-	-	8	1	-	1	Normal
2000	-	-	-	4	4	1	1	Cukup kering
2001	-	-	-	5	2	-	3	Normal
2002	-	-	-	-	2	2	6	Amat sangat kering
2003	-	-	-	1	4	4	1	Sangat kering
2004	-	-	-	1	4	4	1	Sangat kering
2005	-	-	-	4	4	1	1	Cukup kering
2006	-	-	-	-	1	3	6	Amat sangat kering
2007	-	-	-	-	6	3	1	Cukup kering
2008	-	-	-	1	4	2	3	Cukup kering
2009	-	-	-	6	1	1	2	Normal
2010	-	-	-	4	4	-	2	Cukup kering
2011	-	-	-	1	6	2	1	Cukup kering

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.38 Rekapitulasi Jumlah Kejadian Kekeringan SPI untuk Periode Defisit 6 Bulanan

Tahun	Klasifikasi SPI							Keterangan
	ASB	SB	CB	N	CK	SK	ASK	
1991	-	-	-	4	2	2	2	Normal
1992	-	-	-	7	1	1	1	Normal
1993	-	-	-	5	4	1	-	Normal
1994	-	-	-	-	1	6	3	Sangat kering
1995	-	-	-	5	3	2	-	Normal
1996	-	-	-	-	4	4	2	Sangat kering
1997	-	-	-	-	-	1	9	Amat sangat kering
1998	-	-	-	-	1	3	6	Amat sangat kering
1999	-	-	-	9	1	-	-	Normal
2000	-	-	-	10	-	-	-	Normal
2001	-	-	-	7	1	1	1	Normal
2002	-	-	-	-	3	2	5	Amat sangat kering
2003	-	-	-	2	7	1	-	Cukup kering
2004	-	-	-	6	4	-	-	Normal
2005	-	-	-	6	2	2	-	Normal
2006	-	-	-	-	-	3	7	Amat sangat kering
2007	-	-	-	-	5	5	-	Sangat kering
2008	-	-	-	9	1	-	-	Normal
2009	-	-	-	8	1	1	-	Normal
2010	-	-	-	6	3	-	1	Normal
2011	-	-	-	8	2	-	-	Normal

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.39 Rekapitulasi Jumlah Kejadian Kekeringan SPI untuk Periode Defisit 12
Bulan

Tahun	Klasifikasi SPI							Keterangan
	ASB	SB	CB	N	CK	SK	ASK	
1991	-	-	-	10	-	-	-	Normal
1992	-	-	-	9	-	-	1	Normal
1993	-	-	-	9	-	1	-	Normal
1994	-	-	-	9	1	-	-	Normal
1995	-	-	-	6	3	1	-	Normal
1996	-	-	-	6	4	-	-	Normal
1997	-	-	-	-	3	5	2	Sangat kering
1998	-	-	-	-	-	3	7	Amat sangat kering
1999	-	-	-	9	1	-	-	Normal
2000	-	-	-	9	1	-	-	Normal
2001	-	-	-	8	2	-	-	Normal
2002	-	-	-	9	1	-	-	Normal
2003	-	-	-	1	3	6	-	Sangat kering
2004	-	-	-	9	1	-	-	Normal
2005	-	-	-	9	1	-	-	Normal
2006	-	-	-	8	2	-	-	Normal
2007	-	-	-	2	7	1	-	Cukup kering
2008	-	-	-	10	-	-	-	Normal
2009	-	-	-	9	1	-	-	Normal
2010	-	-	-	7	2	1	-	Normal
2011	-	-	-	10	-	-	-	Normal

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

ASB : amat sangat basah

SB : sangat basah

CB : cukup basah

N : normal

CK : cukup kering

SK : sangat kering

ASK : amat sangat kering

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk SPI periode defisit 1 bulanan tahun terkering terjadi pada tahun 1997, 2002, 2004 dan 2006. Dengan prosentase untuk tahun 1997 sebanyak 100% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering. Tahun 2002, prosentase terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering sebanyak 50%, sangat kering 30%, dan cukup kering 20%. Tahun 2004 prosentase terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering sebanyak 70%, sangat kering 20%, dan cukup kering 10%.

Tahun 2006 prosentase terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering sebanyak 60%, sangat kering 30%, dan cukup kering 10%.

Untuk SPI periode defisit 3 bulanan tahun terkering terjadi pada tahun 1991, 1994, 1996, 1997, 1998, 2002 dan 2006. Pada tahun 1991 sebanyak 40% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering, 10% terjadi kekeringan dengan status sangat kering, 40% terjadi kekeringan dengan status cukup kering dan 10% terjadi normal. Tahun 1994 sebanyak 80% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering dan 20% terjadi kekeringan dengan status sangat kering. Tahun 1996 sebanyak 60% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering, 30% terjadi kekeringan dengan status sangat kering dan 10% terjadi kekeringan dengan status cukup. Tahun 1997 sebanyak 100% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering. Tahun 1998 sebanyak 70% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering, 10% terjadi kekeringan dengan status sangat kering dan 20% terjadi kekeringan dengan status cukup kering. Tahun 2002 sebanyak 60% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering, 20% terjadi kekeringan dengan status sangat kering dan 20% terjadi kekeringan dengan status cukup kering. Tahun 2006 sebanyak 60% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering, 30% terjadi kekeringan dengan status sangat kering dan 10% terjadi kekeringan dengan status cukup kering.

Untuk SPI periode defisit 6 bulanan tahun terkering terjadi pada tahun 1997, 1998, 2002 dan 2006. Tahun 1997 sebanyak 90% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering dan 10% terjadi kekeringan dengan status sangat kering. Tahun 1998 sebanyak 60% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering, 30% terjadi kekeringan dengan status sangat kering dan 10% terjadi kekeringan dengan status cukup. Tahun 2002 sebanyak 50% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering, 20% terjadi kekeringan dengan status sangat kering dan 30% terjadi kekeringan dengan status cukup. Tahun 2006 sebanyak 70% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering dan 30% terjadi kekeringan dengan status sangat kering. Untuk SPI periode defisit 12 bulanan tahun terkering terjadi pada tahun 1998 dengan prosentase sebanyak 70% terjadi kekeringan dengan status amat sangat kering dan 30% terjadi kekeringan dengan sangat kering.

Berikut adalah tabel yang menunjukkan prosentase kejadian kekeringan SPI selama 21 tahun pengamatan untuk tiap – tiap periode defisit.

Tabel 4.40 Rekapitulasi Prosentase Jumlah Kejadian pada Tahun 1991 – 2011

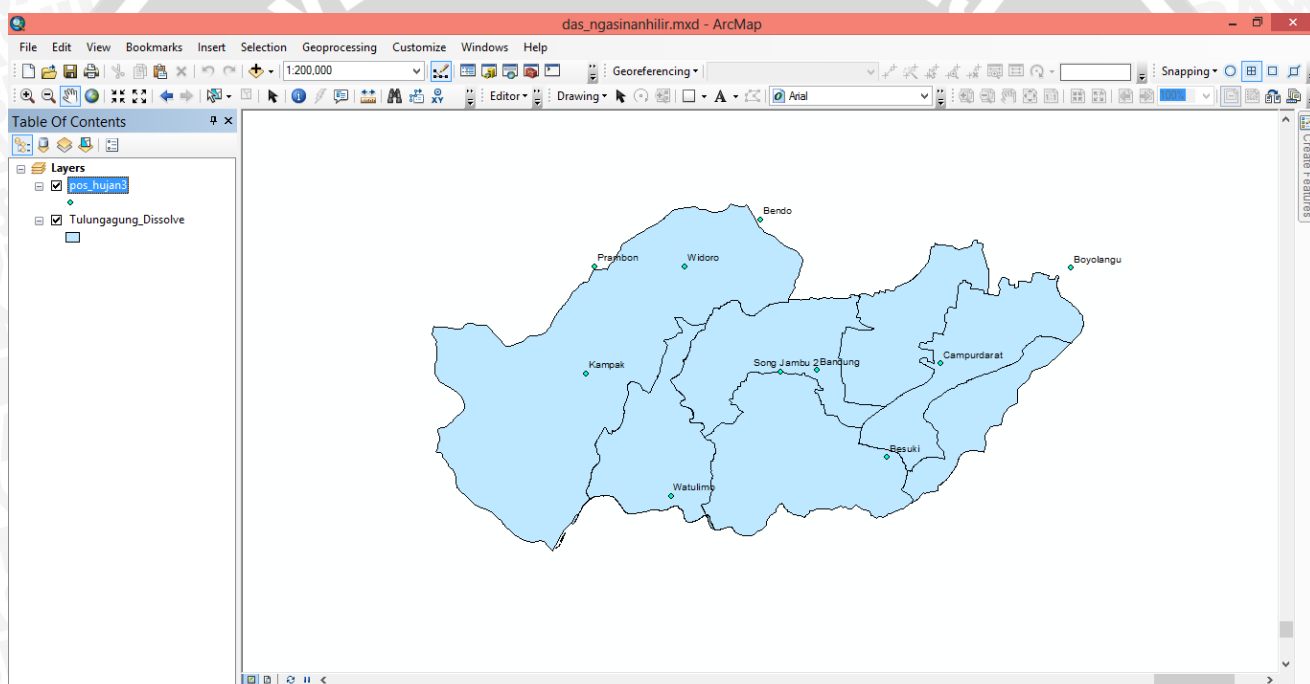
Kejadian (%)	Defisit 1	Defisit 3	Defisit 6	Defisit 12
Amat sangat kering	20,48%	32,86%	17,62%	4,78%
Sangat kering	28,57%	17,71%	16,67%	8,61%
Cukup kering	23,33%	26,19%	21,90%	15,79%
Normal	27,62%	25,24%	43,81%	71,29%

Sumber: Hasil Perhitungan

4.4 Pembuatan Peta Sebaran Kekeringan Menggunakan Metode IDW pada ArcGIS

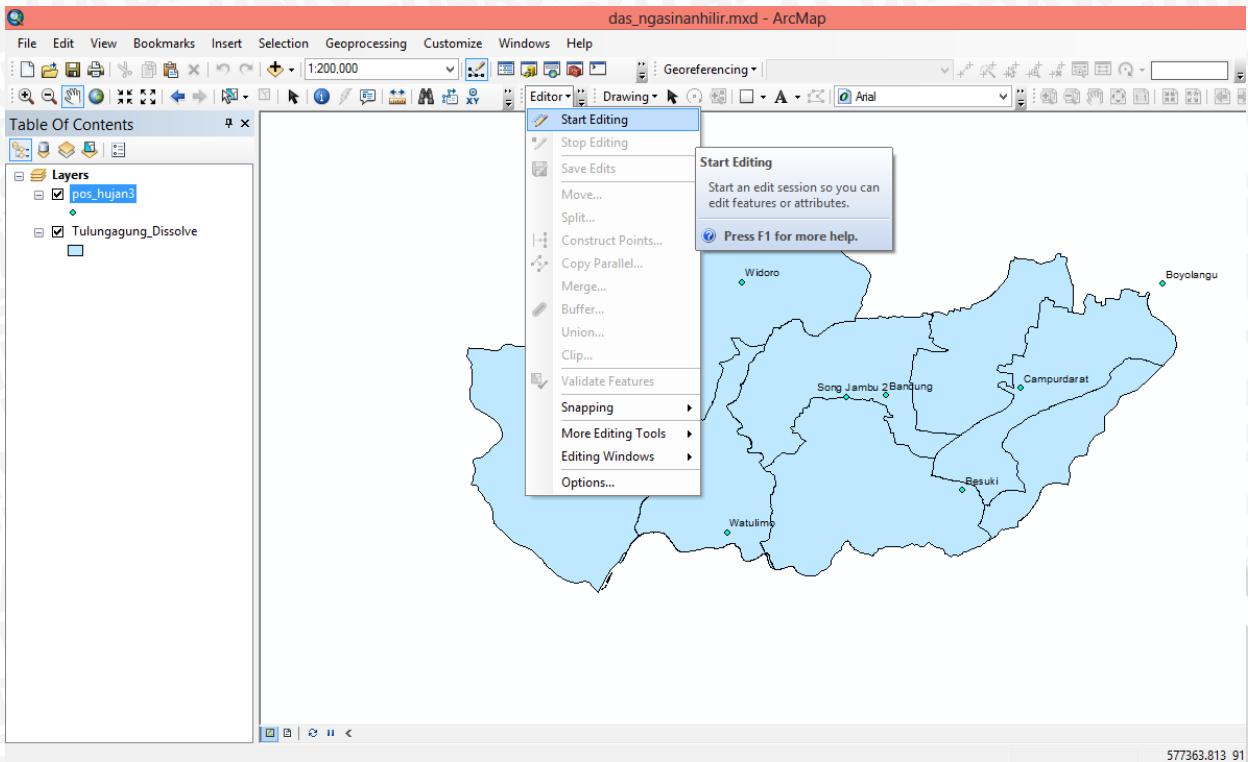
Analisa spasial pada studi ini menggunakan bantuan *software ArcGIS 10.1*. Berikut adalah langkah – langkah yang dilakukan dalam pembuatan peta sebaran kekeringan:

1. Masukan peta DAS Ngasinan Hilir dan peta stasiun hujan.



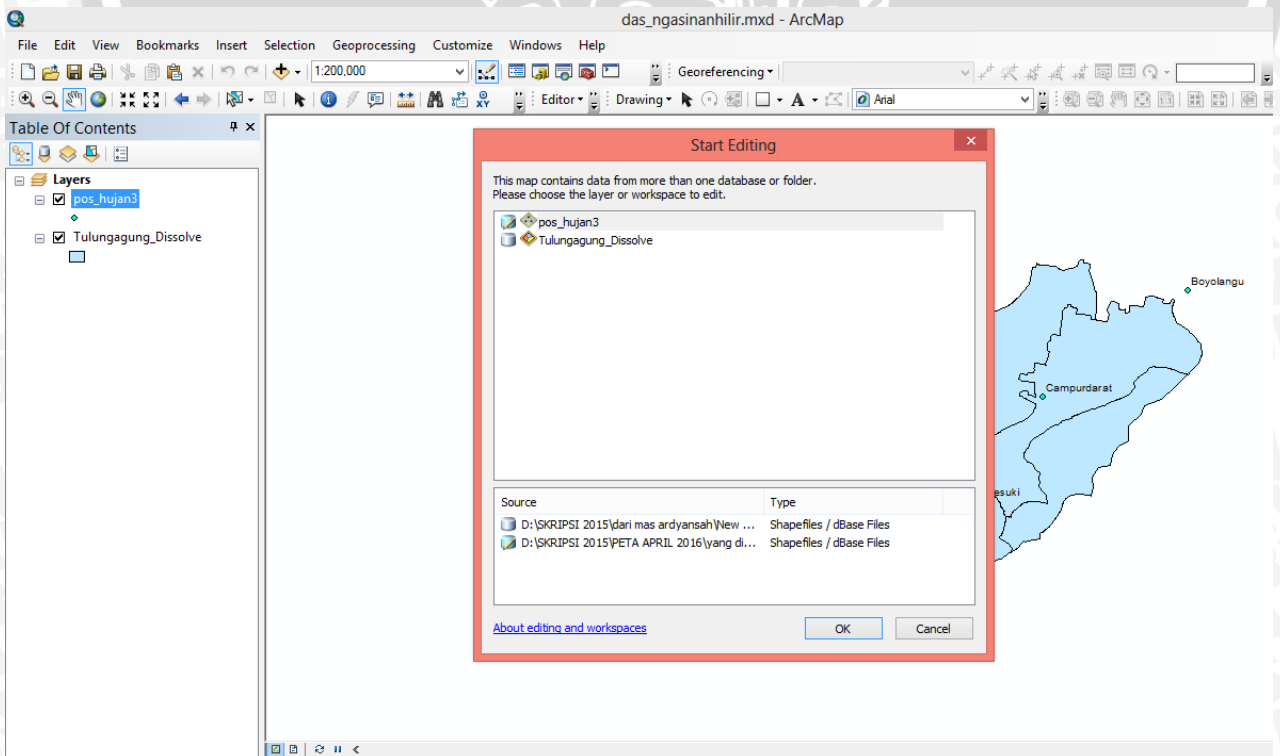
Gambar 4.2 Tampilan Peta DAS Ngasinan Hilir dan Peta Stasiun Hujan pada *layer ArcGIS*.

2. Masukan nilai indeks kekeringan SPI pada tabel dengan cara pilih *start editing* pada menu *editor*.



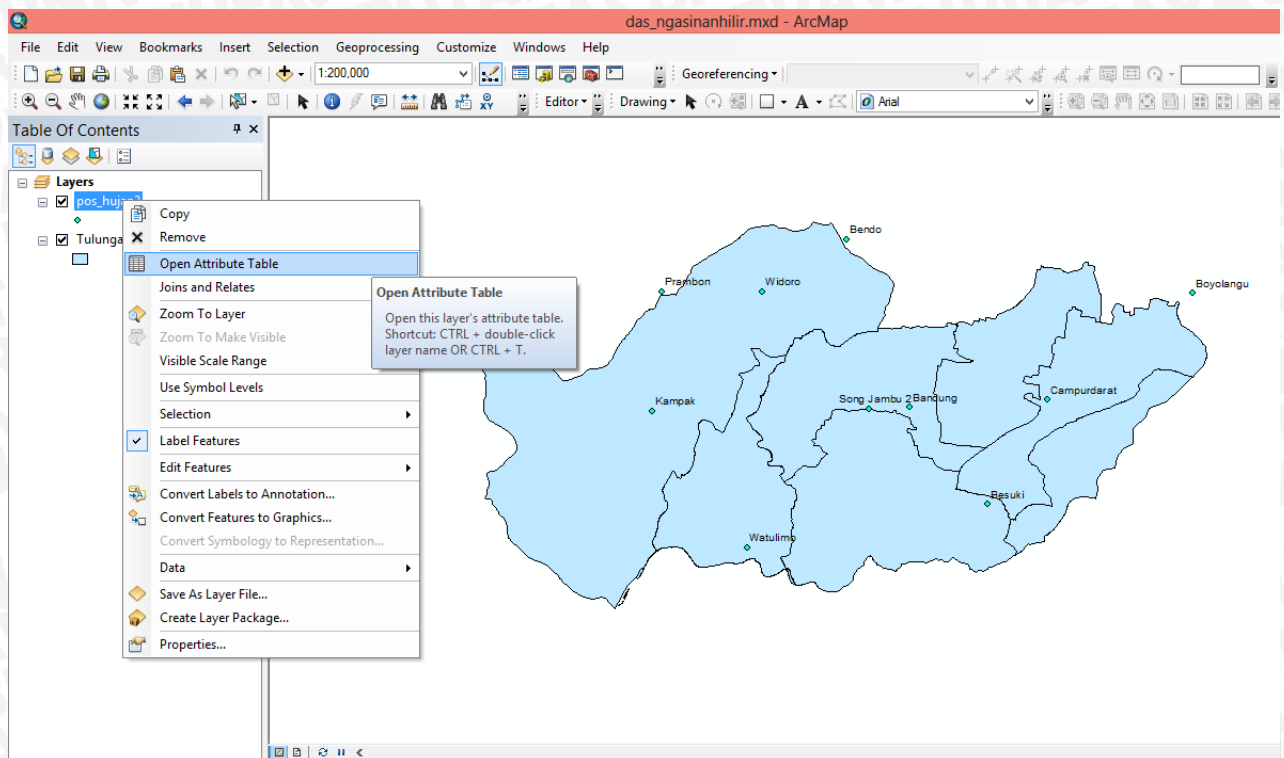
Gambar 4.3 Tampilan menu *Editor*.

3. Setelah klik *start editing* maka akan muncul seperti gambar berikut lalu klik “pos_hujan3” → OK.



Gambar 4.4 Tampilan menu *Start Editing*.

4. Klik kanan pada “pos_hujan3” lalu pilih *open attribute table*.

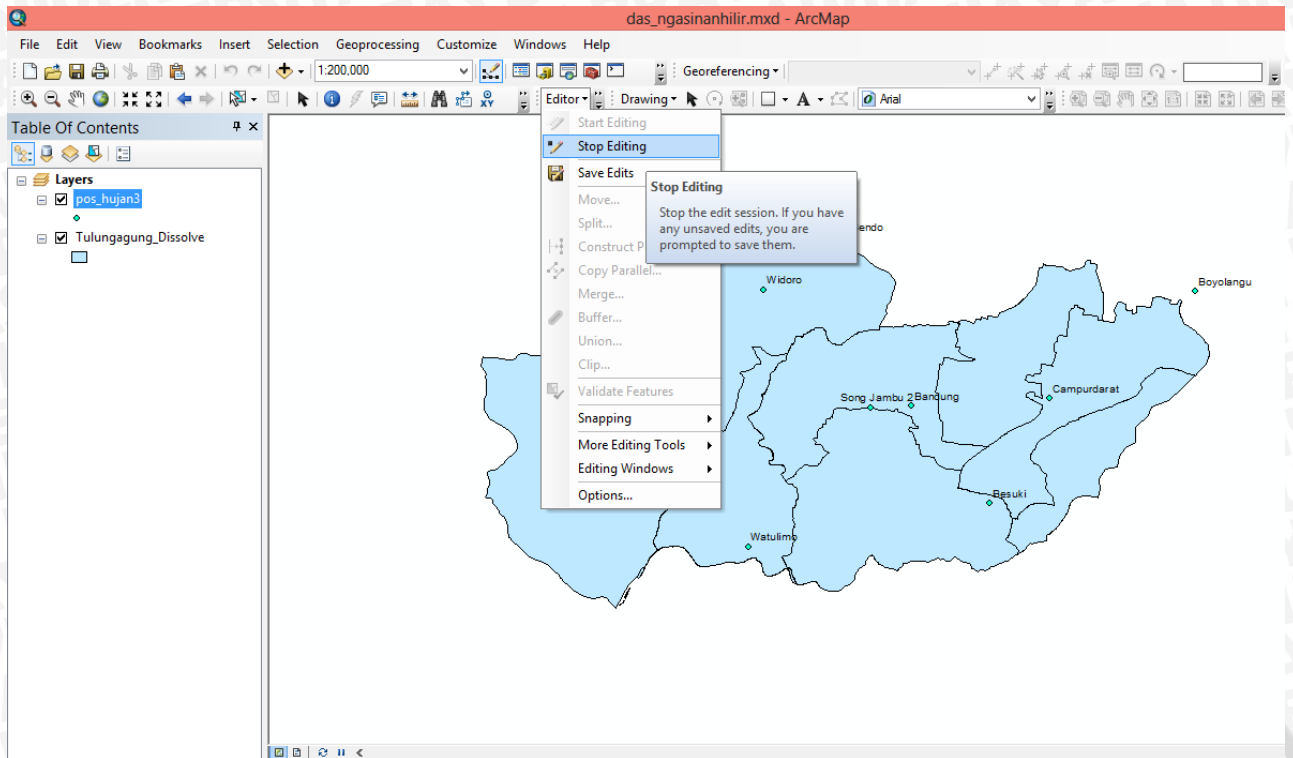


Gambar 4.5 Tampilan *Open Attribute Table*.

5. Kemudian mulai memasukan nilai indeks kekeringan SPI defisit 1 bulanan tahun 1991 pada *attribute table*. Setelah selesai memasukan nilai indeks kekeringan pilih *stop editing* pada *editor* lalu *save*.

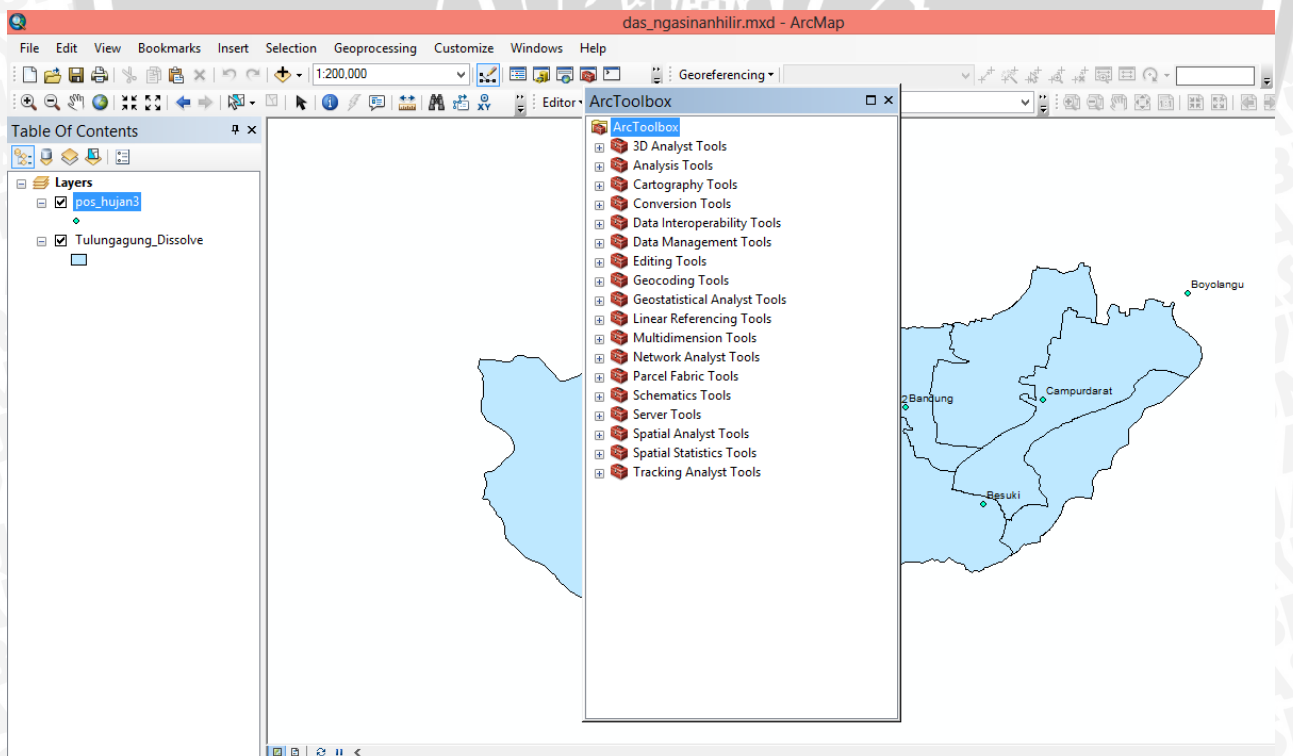
Table																	
pos_hujan3																	
FID	Shape *	OID_	Stasiun_Hu	x	y	Jan_91	Feb_91	Maret_91	Apr_91	Mei_91	Jun_91	Jul_91	Agus_91	Sept_91	Okt_91	Nov_91	Des_91
0	Point	1	Boyolangu	600563.188	9102075.382	1.241875	1.1025	0.585709	1.159286	0.834994	-0.565949	0.059717	0.30298	0.565949	0.65823	0.834106	1.268726
1	Point	2	Campurdarat	593369.814	9096783.705	1.278125	1.045358	1.052846	1.148212	1.256899	1.155382	1.389371	1.918215	1.430561	1.033558	1.181573	1.230472
2	Point	3	Besuki	590382.001	9091602.491	1.215987	1.014008	1.069818	1.189398	0.957717	0.944864	0.853373	0.180012	0.931633	0.853872	1.158853	1.202144
3	Point	4	Watulimo	578458.317	9089444.61	1.228529	1.082387	0.958413	1.176605	-1.668391	0.811972	0.82153	-0.712443	-0.712443	0.841216	1.317883	1.138798
4	Point	5	Kampak	573787.654	9096207.289	1.253914	1.042052	1.004841	1.236137	0.979454	0.916696	0.841115	-0.712443	0.899816	-1.309172	1.219733	1.151369
5	Point	6	Prambon	574262.141	9102141.464	1.332328	1.139803	1.103004	1.295162	0.94171	-0.565949	0.98358	0.059717	0.77895	0.532751	1.152348	1.230201
6	Point	7	Widoro	579227.851	9102154.032	1.289502	1.123077	1.161224	1.287563	0.977572	0.920058	1.000381	0.754991	-0.059717	0.663107	1.292246	1.18873
7	Point	8	Bendo	583394.915	9104757.802	1.242092	1.037832	1.066354	1.206406	1.01452	1.026999	0.934979	0.059717	1.00943	0.746677	1.274211	1.206486
8	Point	9	Bandung	588529.229	9096409.255	1.318957	1.044051	1.041092	1.108839	1.235957	1.208772	1.449753	1.595902	1.192674	1.035713	1.112057	1.233899
9	Point	10	Song Jambu 2	584461.227	9096339.405	1.328895	1.035071	0.991513	1.01456	1.289785	1.223334	1.519545	1.701354	1.208934	1.099026	1.033073	1.287979
10	Point	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Point	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Point	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.6 Tampilan *attribute table* setelah memasukan nilai indeks kekeringan.

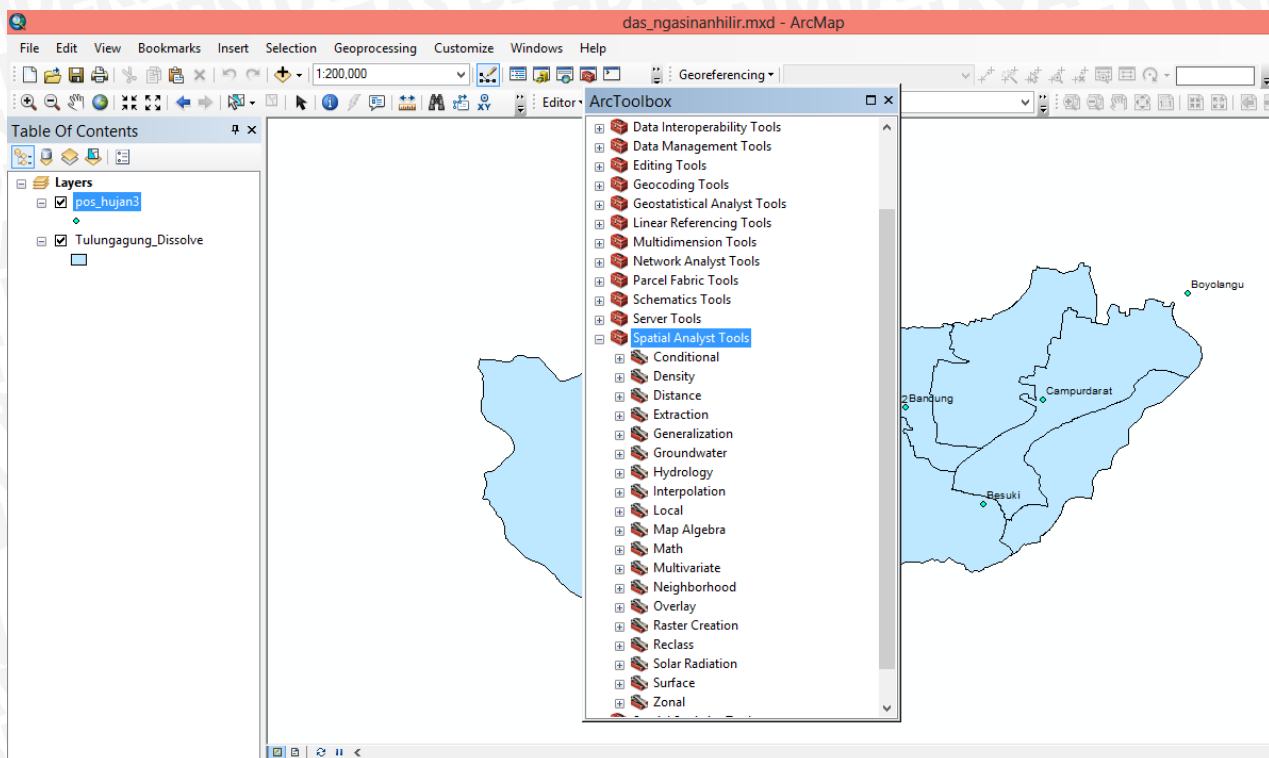


Gambar 4.7 Tampilan *Stop Editing* pada menu *Editor*.

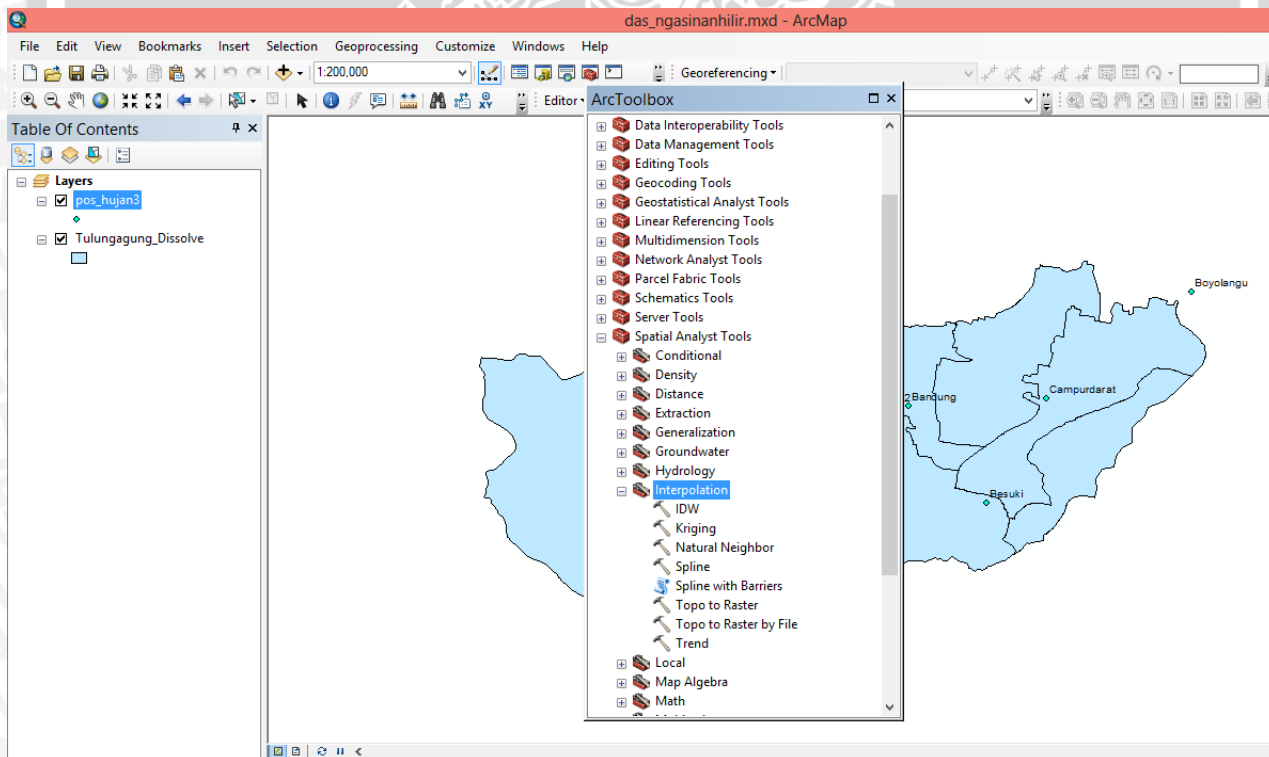
6. Klik *ArcToolbox* kemudian pilih menu *spatial analyst tools* → klik *interpolation* → klik IDW.



Gambar 4.8 Tampilan menu *Arctoolbox*.

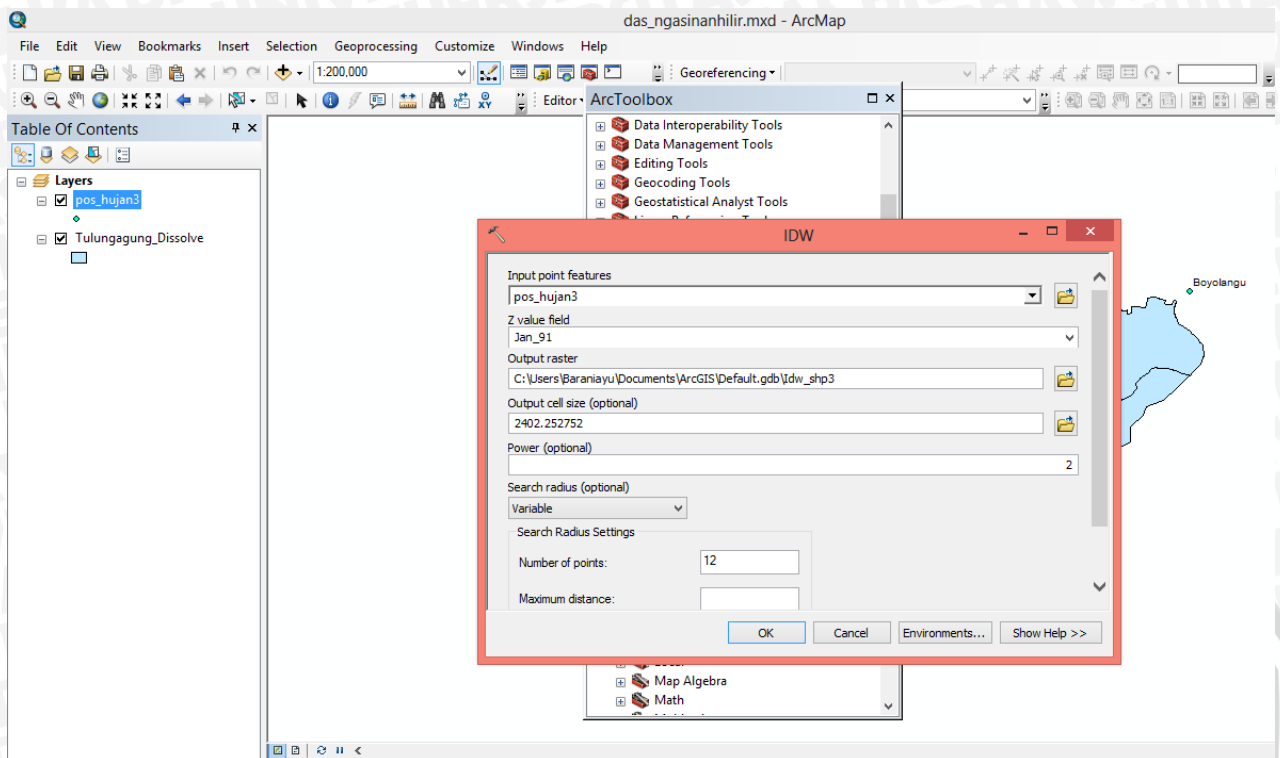


Gambar 4.9 Tampilan menu *Spatial Analyst Tools*.



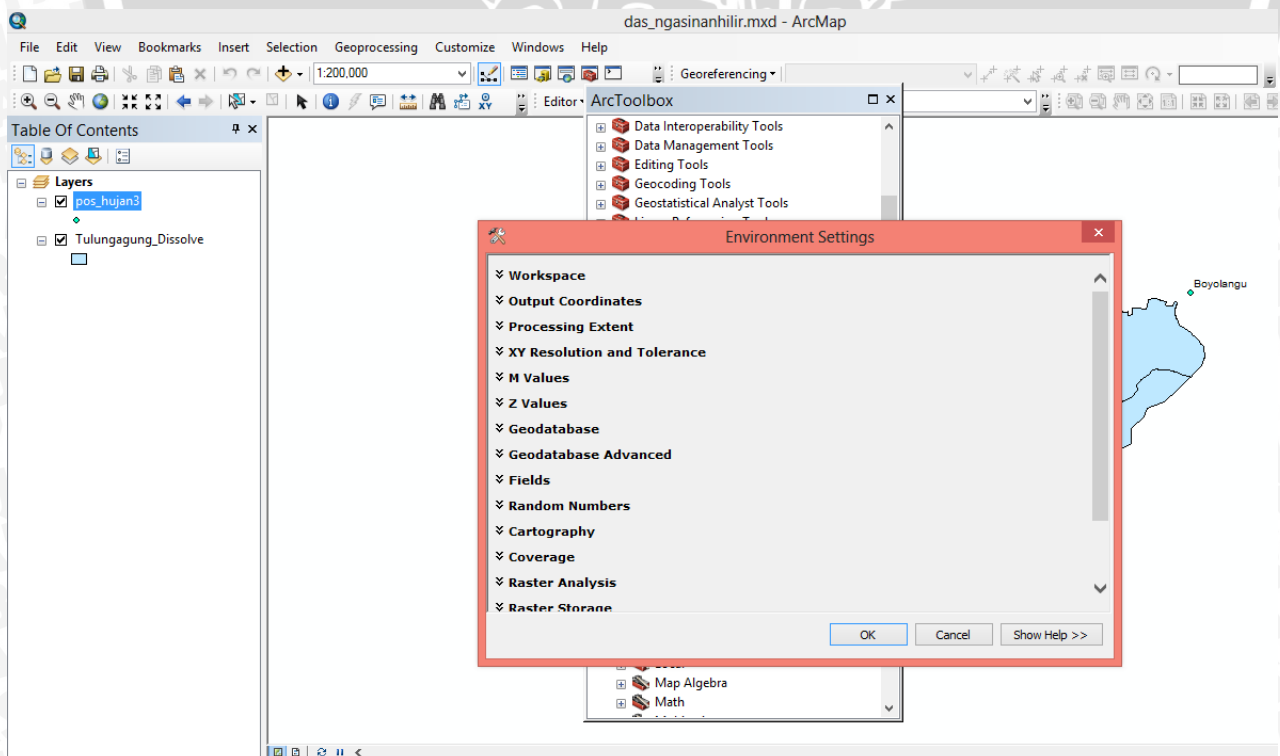
Gambar 4.10 Tampilan menu *Interpolation*.

7. Kemudian akan muncul seperti gambar di bawah ini. Isi kolom *Input* dengan “pos_hujan3” → isikan *Z value field* dengan nilai indeks kekeringan → klik *Environments*.

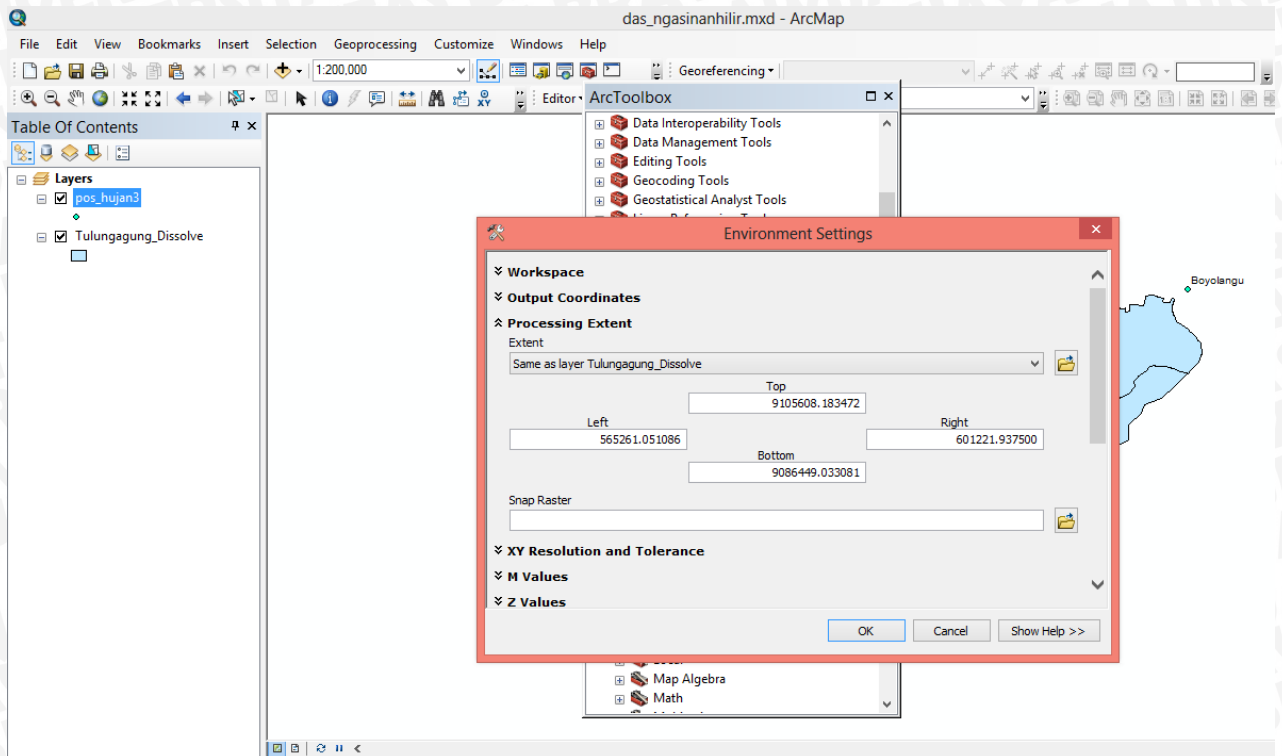


Gambar 4.11 Tampilan menu IDW.

8. Pilih *processing extent* kemudian masukan batas DAS pada kolom *extent*.

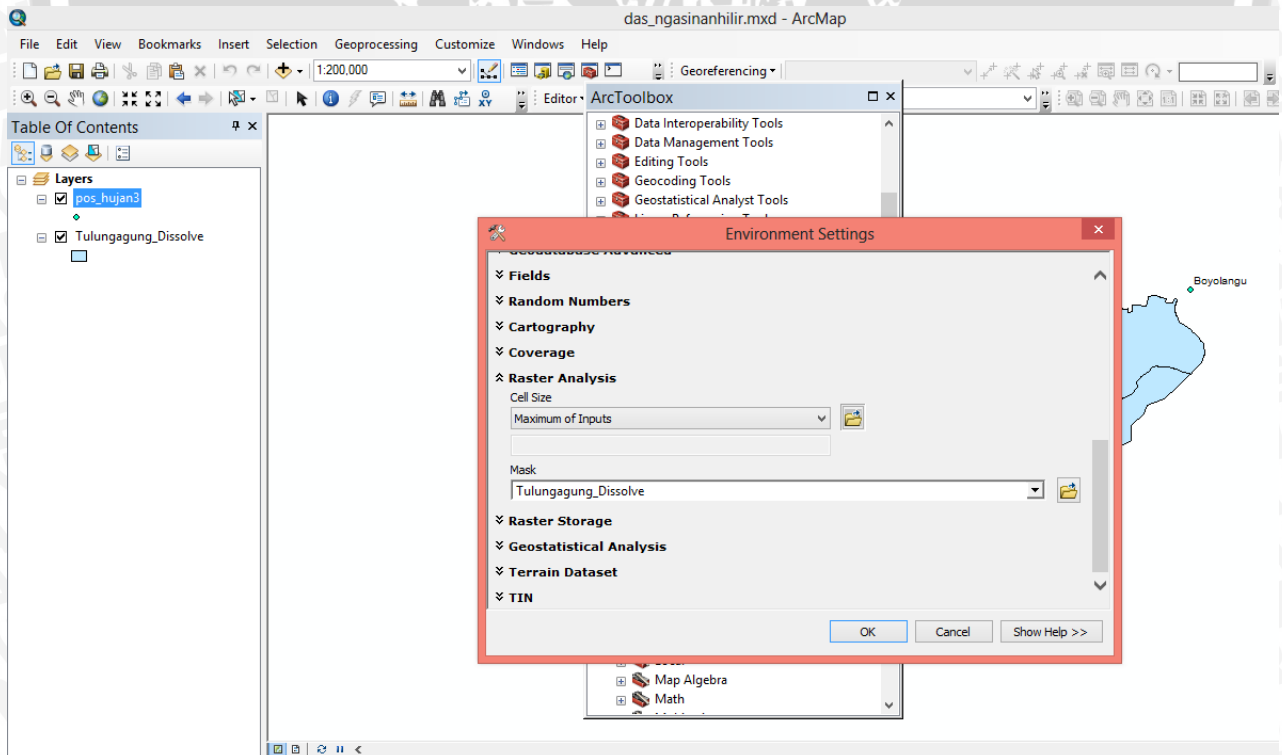


Gambar 4.12 Tampilan menu *Environment Settings*.



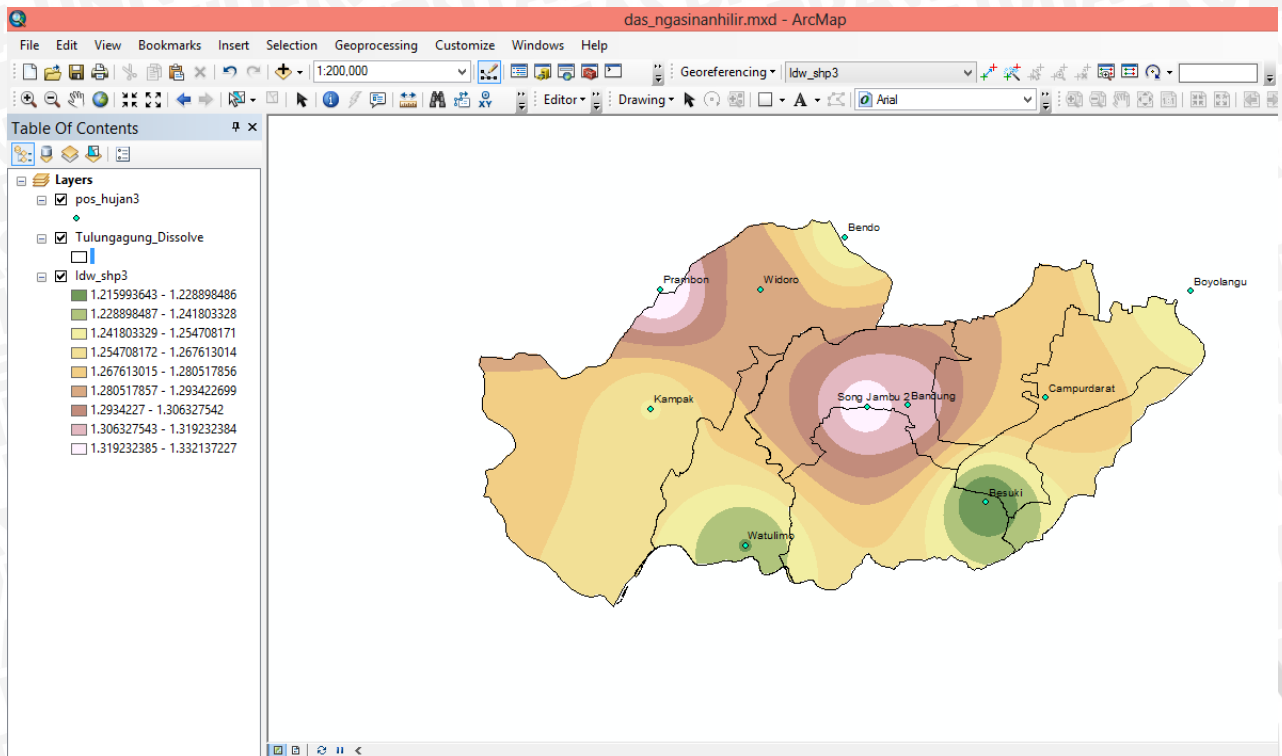
Gambar 4.13 Tampilan menu *Processing Extent*.

9. Klik *raster analysis* kemudian isi kolom *mask* dengan batas DAS → klik OK



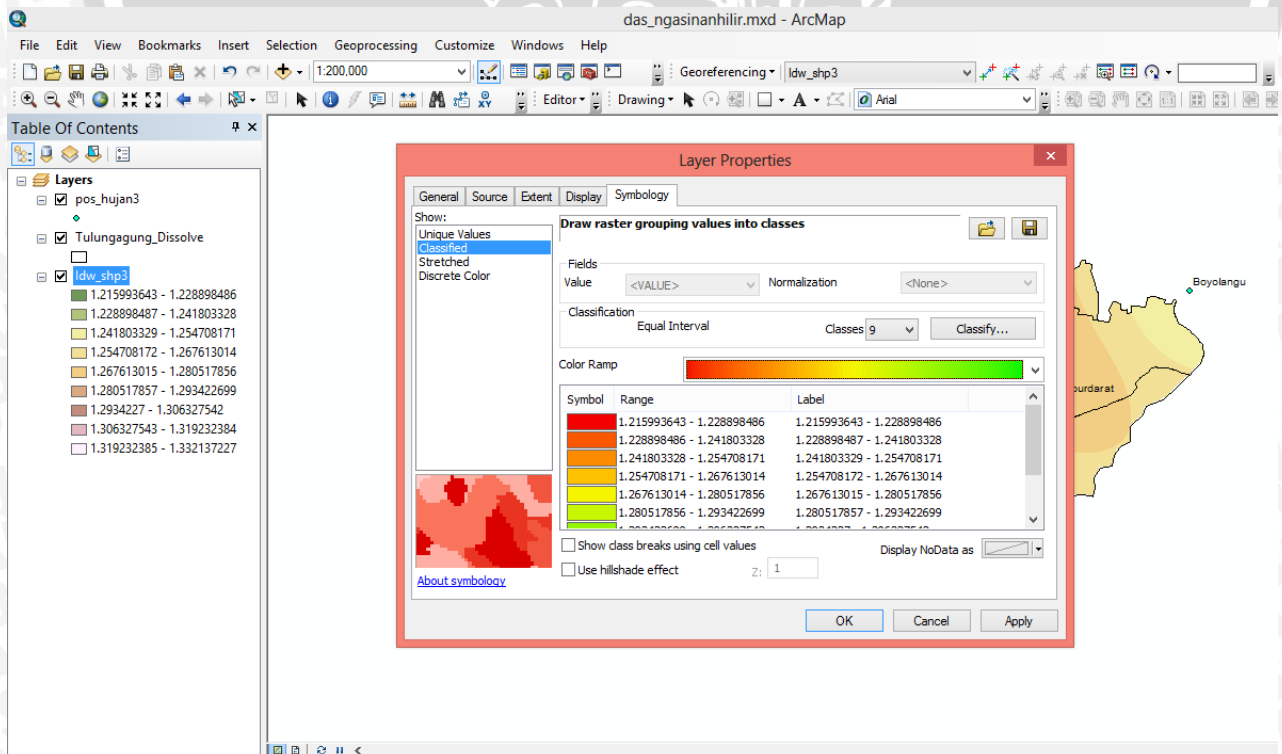
Gambar 4.14 Tampilan menu *Raster Analysis*.

10. Kemudian akan muncul seperti gambar berikut ini.

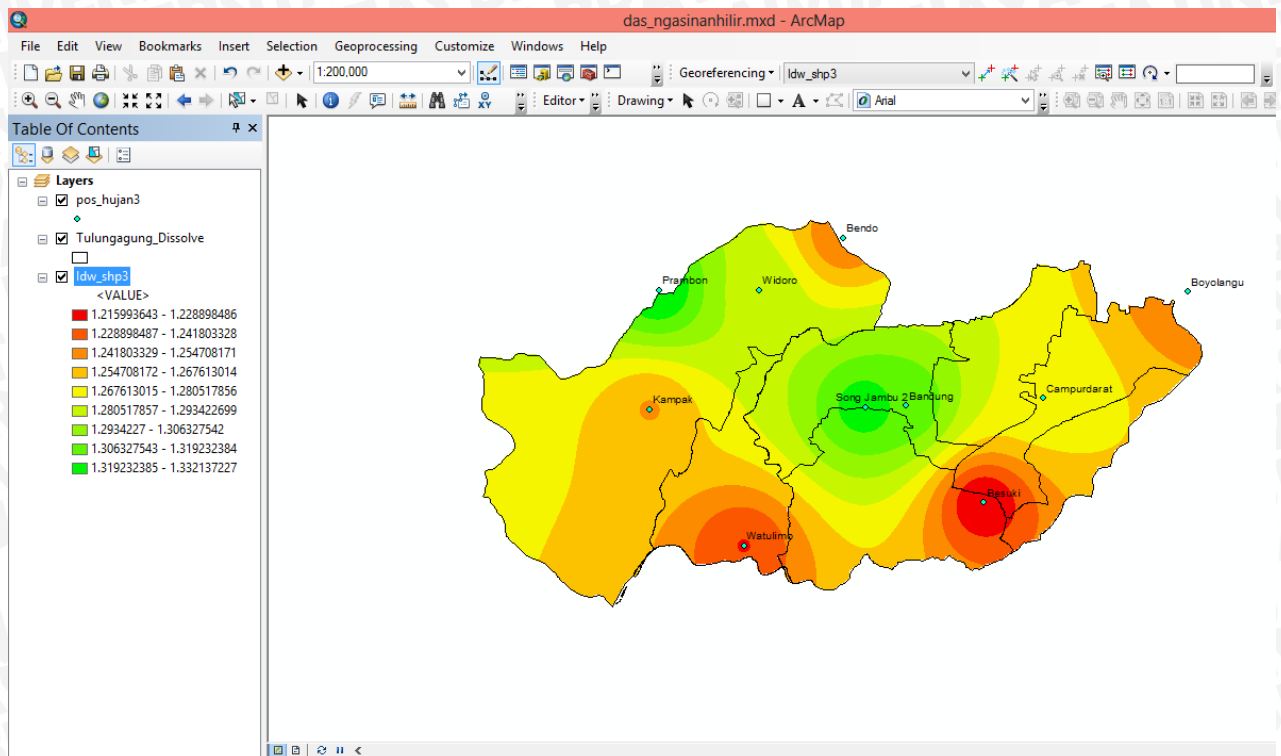


Gambar 4.15 Tampilan peta setelah di interpolasi dengan metode IDW.

11. Untuk mengganti warna dan kelas klik “idw_shp3” → klik kanan *properties* → klik *symbology* maka akan muncul seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.16 Tampilan *Layer Properties*.



Gambar 4.17 Peta sebaran kekeringan defisit 1 bulanan pada bulan Januari tahun 1991 dengan metode IDW.

4.5 Analisa Peta Sebaran Kekeringan

Dari hasil peta sebaran kekeringan pada Sub DAS Ngasinan Hilir dapat diketahui tahun terkering dengan meninjau nilai indeks kekeringan terkecil dan luas sebaran kekeringan. Pada periode defisit 1 bulan tahun terkering terjadi pada tahun 1994, 1997, 2000, 2002, 2004 dan 2006. Nilai indeks kekeringan terbesar yaitu -3,858 tahun 2006 dengan status amat sangat kering. Periode defisit 3 bulan tahun terkering terjadi pada tahun 1991, 1994, 1996, 1997, 1998, 2002 dan 2006. Nilai indeks kekeringan terbesar yaitu -10,666 tahun 1994 dengan status amat sangat kering. Periode defisit 6 bulan tahun terkering terjadi pada tahun 1997, 1998, 2002 dan 2006. Nilai indeks kekeringan terbesar yaitu -3,861 tahun 2006 dengan status amat sangat kering. Periode defisit 12 bulan tahun terkering terjadi pada tahun 1998 sebesar -3,593 dengan status amat sangat kering.

Selanjutnya dilakukan analisa daerah administrasi yaitu desa dan kecamatan yang mengalami status kekeringan terkering pada setiap tahun. Rekapitulasi peta sebaran kekeringan dengan batas administrasi desa dan kecamatan periode defisit 1 bulan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.41 Rekapitulasi Peta Sebaran Kekeringan dengan Batas Administrasi Desa dan Kecamatan pada Sub DAS Ngasinan Hilir Periode Defisit 1 Bulan.

Tahun	Desa	Kecamatan	Bulan Terkering	Durasi
1994	Campurdarat, Gamping, Pelem, Pojok, Tanggung, Wates. Bangunjaya, Bangunmulyo, Gebang, Gesikan, Kasreman, Ngebong, Ngrance, Pakel, Pecuk, Sodo, Tamban. Ngepoh, Tanggarejo, Pakisrejo	Campurdarat Pakel Tanggunggunung	November	1
1997	Gandusari, Jajar, Karanganyar, Krandengan, Sukorame, Sukorejo, Widoro, Wonoanti, Melis, Ngrayung, Wonorejo. Ngadirejo, Ngetal, Wonocoyo. Pakis, Sumbergayam, Malasan, Panggungsari, Semarang, Kendalrejo, Durenan, Ngadisuko, Pandean, Semarang, Kendalrejo. Ngembel, Dukuh, Gemaharjo, Pakel, Slawe, Watuagung, Watulimo. Bendoagung, Karangrejo, Ngadimulyo, Senden, Sugihan, Timahan. Dongko, Ngerdani, Pandean, Pringapus, Sumberbening. Mergayu, Ngepeh, Nglampir, Ngunggahan, Sebalor, Singgit Soko, Sukoharjo, Suruhan Kidul, Suruhan Lor, Suwaru, Talunkulon.	Gandusari Pogalan Durenan Watulimo Kampak Dongko Bandung	Maret-April, November- Desember	4

	<p>Besole, Besuki, Keboireng, Sedayugung, Siyotobagus, Tanggulkundung, Tanggulturus, Tanggulwelahan, Tulungrejo, Wateskroyo.</p> <p>Ngarejo, Ngepoh, Pakisrejo, Tanggarejo.</p> <p>Gamping, Gedangan, Ngentrong, Pelem, Pojok, Sawo, Tanggung, Wates.</p> <p>Bangunjaya, Bangunmulyo, Bono, Duwet, Gebang, Gempolan, Gesikan, Gombang, Kasreman, Ngrance, Pakel, Pecuk, Sambitan, Sanan, Sodo, Sukoanyar, Suwaluh, Tamban.</p>	<p>Besuki</p> <p>Tanggunggunung</p> <p>Campurdarat</p> <p>Pakel</p>		
2002	<p>Bandung, Bantengan, Bulus, Gandong, Kedungwilut, Kesambi, Mergayu, Ngepeh, Nglampir, Ngunggahan, Sebalor, Singgit Soko, Sukoharjo, Suruhan Kidul, Suruhan Lor, Suwaru, Talunkulon.</p> <p>Tanggulkundung, Tanggulwelahan, Wateskroyo.</p> <p>Campurdarat, Gamping, Ngentrong, Pelem, Pojok, Tanggung, Wates.</p> <p>Ngarejo, Ngepoh, Pakisrejo, Tanggarejo.</p> <p>Bangunjaya, Bangunmulyo, Bono, Duwet, Gebang, Gempolan, Gesikan, Gombang,</p>	<p>Bandung</p> <p>Besuki</p> <p>Campurdarat</p> <p>Tanggunggunung</p> <p>Pakel</p>	<p>Oktober- November</p>	2

	<p>Kasreman, Ngebong, Ngrance, Pakel, Pecuk, Sambitan, Sanan, Sukoanyar, Suwaluh, Tamban.</p> <p>Pakis, Sumbergayam, Malasan, Panggungsari, Semarang, Kendalrejo, Durenan, Ngadisuko, Pandean, Semarang, Kendalrejo.</p> <p>Gandusari, Jajar, Karanganyar, Krandengan, Widoro, Wonoanti.</p> <p>Ngetal, Wonocoyo.</p>	<p>Durenan</p> <p>Gandusari</p> <p>Pogalan</p>		
2000	<p>Bandung, Bantengan, Bulus, Gandong, Kedungwilit, Kesambi, Mergayu, Ngepeh, Nglampir, Ngunggunghan, Sebalor, Singgit Soko, Sukoharjo, Suruhan Kidul, Suruhan Lor, Suwaru, Talunkulon.</p> <p>Besole, Besuki, Keboireng, Sedayung, Siyotobagus, Tanggulkundung, Tanggulturus, Tanggulwelahan, Tulungrejo, Wateskroyo.</p> <p>Bono, Duwet, Gombang, Sambitan, Sukoanyar.</p> <p>Gamping, Ngentrong, Sawo.</p>	<p>Bandung</p> <p>Besuki</p> <p>Pakel</p> <p>Campurdarat</p>	Desember	1
2004	<p>Campurdarat, Gamping, Gedangan, Ngentrong, Pelem, Sawo, Wates.</p> <p>Bangunjaya, Bangunmulyo, Bono, Duwet, Gebang, Gempolan, Gesikan, Gombang, Kasreman, Ngebong, Ngrance,</p>	<p>Campurdarat</p> <p>Pakel</p>	April	1

	<p>Pakel, Pecuk, Sambitan, Sanan, Sukoanyar, Suwaluh, Tamban.</p> <p>Besole, Besuki, Sedayungung, Siyotobagus, Tanggulkundung, Tanggulturus, Tanggulwelahan, Tulungrejo, Wateskroyo.</p> <p>Bandung, Bantengan, Bulus, Gandong, Kedungwilut, Kesambi, Mergayu, Ngepeh, Nglampir, Ngunggahan, Sebalor, Singgit Soko, Sukoharjo, Suruhan Kidul, Suruhan Lor, Suwaru, Talunkulon.</p> <p>Gandusari, Jajar, Karanganyar, Krandengan, Sukorame, Sukorejo, Widoro, Wonoanti, Wonorejo.</p> <p>Ngetal, Wonocoyo.</p> <p>Pakis, Sumbergayam, Malasan, Panggungsari, Semarang, Kendalrejo, Durenan, Ngadisuko, Pandean, Semarang, Kendalrejo</p>	<p>Bandung</p> <p>Gandusari</p> <p>Pogalan</p> <p>Durenan</p>		
2006	<p>Campurdarat, Gamping, Ngentrong, Pelem, Pojok, Tanggung, Wates.</p> <p>Bangunjaya, Bangunmulyo, Bono, Duwet, Gebang, Gempolan, Gesikan, Gombang, Kasreman, Ngebong, Ngrance, Pakel, Pecuk, Sambitan, Sanan, Sodo, Sukoanyar, Suwaluh, Tamban.</p>	<p>Campurdarat</p> <p>Pakel</p>	November	1

Besole, Besuki, Keboireng, Sedayugung, Siyotobagus, Tanggulkundung, Tanggulturus, Tanggulwelahan, Tulungrejo, Wateskroyo. Ngarejo, Ngepoh, Pakisrejo, Tanggarejo.	Besuki Tanggunggunung		
Bandung, Bantengan, Bulus, Gandong, Kedungwilut, Kesambi, Mergayu, Ngepeh, Nglampir, Ngunggahan, Sebalor, Singgit Soko, Sukoharjo, Suruhan Kidul, Suruhan Lor, Suwaru, Talunkulon.	Bandung		
Pakis, Sumbergayam, Malasan, Panggung Sari, Semarang, Kendalrejo, Durenan, Ngadisuko, Pandean, Semarang, Kendalrejo.	Durenan		
Gandusari, Jajar, Karanganyar, Krandengan, Sukorejo, Widoro, Wonoanti Ngrayung Wonorejo Ngetal, Wonocoyo.	Gandusari		
Bendoagung, Karangrejo, Ngadimulyo, Senden, Sugihan, Timahan.	Kampak		
Ngembel, Dukuh, Gemaharjo, Pakel, Slawe, Watuagung, Watulimo.	Watulimo		
Dongko, Ngerdani, Pandean, Pringapus, Sumberbening.	Dongko		

Sumber: Hasil Pengamatan

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa tahun terkering adalah tahun 1997 dengan durasi 4 bulan dan kekeringan terjadi di semua kecamatan yang berada di Sub DAS

Ngasinan Hilir, yaitu Bandung, Besuki, Campurdarat, Dongko, Durenan, Gandusari, Kampak, Pakel, Pogalan dan Watulimo. Dari ke 10 kecamatan tersebut yang mengalami kekeringan terparah adalah Kecamatan Bandung dengan status amat sangat kering di 18 desa, Kecamatan Durenan dengan status amat sangat kering di 11 desa dan Kecamatan Pakel dengan status amat sangat kering di 19 desa.

Hasil studi di atas sesuai dengan apa yang telah disampaikan oleh BPBD yang menyatakan bahwa terjadi kekeringan terparah pada tahun 1997 hampir di semua kecamatan yang berada di Kabupaten Trenggalek dan Kabupaten Tulungagung, yaitu Bandung, Besuki, Campurdarat, Dongko, Durenan, Gandusari, Kampak, Pakel, Pogalan dan Watulimo. Untuk mengetahui peta sebaran kekeringan seluruh tahun dapat dilihat pada **Lampiran 11**.

4.6 Perbandingan Nilai Indeks Kekeringan dengan Data Debit

Pada sub bab sebelumnya telah dibahas mengenai kekeringan meteorologis dan kekeringan hidrologis, keduanya memiliki suatu keterkaitan. Pada studi ini kekeringan dihitung berdasarkan besaran curah hujan yang terjadi, yang berarti merupakan kekeringan meteorologis. Untuk mengetahui keterkaitan kekeringan meteorologis dengan kekeringan hidrologis, maka dilakukan dengan membandingkan hasil analisa kekeringan dengan data debit pada sebuah grafik.

Data debit yang digunakan adalah data debit Kali Ngasinan yang didapat dari dinas yang terkait, sedangkan nilai indeks kekeringan yang digunakan adalah defisit 1 bulanan Stasiun Bendo. Karena keterbatasan data yang didapat analisa hanya dilakukan pada tahun yang terdapat pada data debitnya, yaitu tahun 2007, 2008, 2009, 2010 dan 2011.

Tabel 4.42 Data Debit Kali Ngasinan

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
2007	1057	1113	442	242	1124	1169	173	1163	204	1131	1163	1188
2008	889	1062	592	808	521	529	448	639	517	830	913	755
2009	225	927	1200	364	506	779	806	152	505	847	817	710
2010	708	915	636	589	804	942	1047	195	539	862	959	746
2011	1139	1102	775	698	695	554	468	155	605	911	1033	871

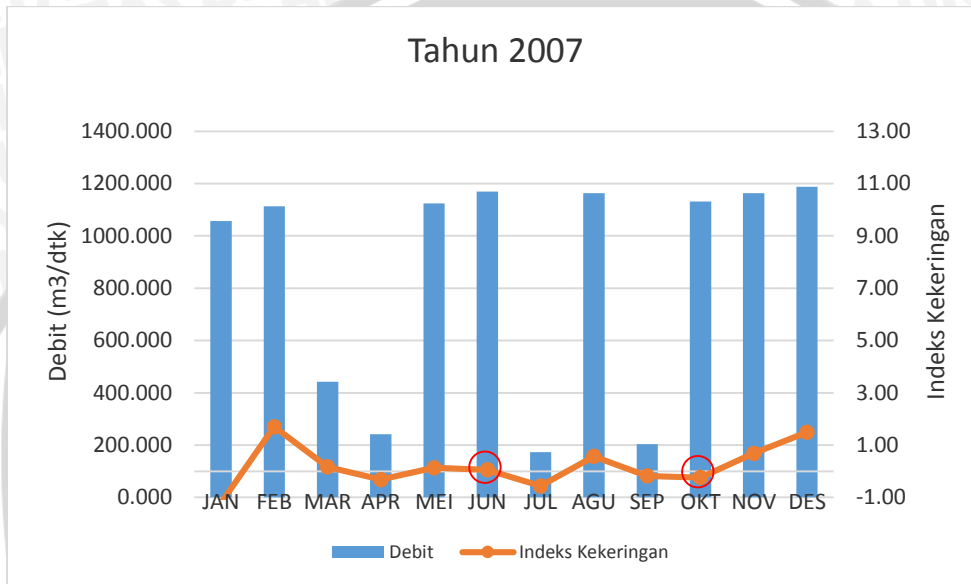
Sumber: Dinas Pengairan

Tabel 4.43 Indeks Kekeringan Periode Defisit 1 Bulan Stasiun Bendo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2007	-1.204	1.7015	0.1648	-0.322	0.133	0.0564	-0.566	0.5701	-0.18	-0.24	0.682	1.4926
2008	-1.332	0.8359	0.1207	0.648	-0.082	-0.566	-0.566	0.0597	-0.18	0.6646	1.545	-0.984
2009	-0.333	0.9392	-0.649	0.824	0.571	0.4836	0.772	0.0597	0.372	0.4293	-0.299	-0.749
2010	-1.053	-0.326	1.839	1.564	2.274	1.2187	1.343	1.1435	1.913	0.8264	0.969	0.5336
2011	0.8314	0.117	0.3542	-0.026	0.65	0.4836	-0.006	0.0597	-0.18	-1.173	0.358	-0.142

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut adalah grafik perbandingan indeks kekeringan dengan data debit.



Gambar 4.18 Grafik perbandingan indeks kekeringan Stasiun Bandung dengan debit Kali Ngasinan Tahun 2007.

Dari hasil grafik dapat terlihat bahwa pola indeks kekeringan dan pola debit memiliki banyak kesamaan. Pada saat indeks kekeringan menunjukkan hasil minus, maka debit juga menunjukkan penurunan. Hal ini mengidentifikasi bahwa adanya keterkaitan antara kekeringan meteorologis dengan kekeringan hidrologi meskipun tidak semua pola sama persis. Untuk grafik tahun selanjutnya dapat dilihat pada **Lampiran 12**.

Dari grafik di atas dilakukan analisa prosentase kesesuaian pola antara data debit tahun 2007 dengan nilai indeks kekeringan periode defisit 1 bulanan tahun 2007 seperti berikut ini:

$$\text{Prosentase kesesuaian} = \frac{10}{12} \times 100\% = 83\%$$

Prosentase kesesuaian tahun 2007 sebesar 83%. Analisa kesesuaian pada tahun 2008, 2009, 2010 dan 2011 juga dilakukan seperti contoh perhitungan di atas. Hasil prosentase pada tahun 2008-2011 ditampilkan dalam **Tabel 4.44**.

Tabel 4.44 Rekapitulasi Prosentase Kesesuaian Debit Kali Ngasinan dengan Indeks Kekeringan.

Tahun	Kesesuaian (%)
2007	83
2008	83
2009	67
2010	75
2011	67
Rata-rata	75

Sumber: Hasil Perhitungan

Rata-rata kesesuaian pola debit dengan nilai indeks kekeringan mulai dari tahun 2007 hingga 2011 didapat sebesar 75%, sehingga terdapat 25% ketidasesuaian pola antara debit dengan indeks kekeringan. Hal ini disebabkan oleh faktor evaporasi, transpirasi, intersepsi, dan waktu pencapaian air hujan yang jatuh ke permukaan menuju sungai berlangsung lama.

4.7 Perbandingan Hasil Analisa Kekeringan Terhadap Data SOI

Terjadinya kekeringan biasa dikaitkan dengan fenomena El Nino, hal ini dikarenakan panas yang dibawa oleh fenomena El Nino akan mengakibatkan kekeringan yang terjadi pada wilayah Indonesia. Untuk itu perlu dilakukan perbandingan kecocokan antara fenomena terjadinya El Nino dan indeks kekeringan yang terjadi di Indonesia guna mengetahui tingkat keakuratan hasil perhitungan indeks kekeringan dengan metode SPI dalam studi kali ini.

Tabel 4.45 Data SOI Tahun 1991-2011

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
2011	19.9	22.3	21.4	25.1	2.1	0.2	10.7	2.1	11.7	7.3	13.8	23
2010	-10.1	-14.5	-10.6	15.2	10	1.8	20.5	18.8	24.9	18.3	16.4	27.1
2009	9.4	14.8	0.2	8.6	-7.4	-2.3	1.6	-5	3.9	-14.7	-6	-7
2008	14.1	21.3	12.2	4.5	-3.5	4.2	2.2	9.1	13.5	13.4	17.1	13.3
2007	-7.8	-2.7	-1.4	-3	-2.7	5	-5	2.7	1.4	5.4	9.2	14.4
2006	12.7	0.1	13.8	14.4	-9.8	-6.3	-7.6	-15.9	-5.8	-16	-1.4	-3.5
2005	1.8	-28.6	0.2	-11.2	-14.5	2.6	0.9	-6.9	3.9	10.9	-2	0.1
2004	-11.6	9.1	0.2	-15.4	13.1	-15.2	-6.9	-7.6	-2.8	-3.7	-8.6	-8
2003	-2	-7.4	-6.8	-5.5	-7.4	-12	2.9	-1.8	-2.2	-1.9	-3.4	9.3
2002	2.7	7.7	-5.2	-3.8	-14.5	-6.3	-7.6	-14.6	-8.2	-7.4	-6	-10.6
2001	8.4	11.9	6.7	0.3	-9	1.8	-3.7	-8.2	1.4	-1.9	7.2	-9.1
2000	5.1	12.9	9.4	16.8	3.6	-5.5	-3.7	5.3	9.9	9.7	22.4	7.7
1999	15.6	8.6	8.9	18.5	1.3	1	4.8	2.1	-0.4	9.1	13.1	12.8
1998	-23.5	-19.2	-28.5	-24.4	0.5	9.9	14.6	9.8	11.1	10.9	12.5	13.3
1997	4.1	13.3	-8.5	-16.2	-22.4	-24.1	-9.5	-19.8	-14.8	-17.8	-15.2	-9.1
1996	8.4	1.1	6.2	7.8	1.3	13.9	6.8	4.6	6.9	4.2	-0.1	7.2
1995	-4	-2.7	3.5	-16.2	-9	-1.5	4.2	0.8	3.2	-1.3	1.3	-5.5
1994	-1.6	0.6	-10.6	-22.8	-13	-10.4	-18	-17.2	-17.2	-14.1	-7.3	-11.6
1993	-8.2	-7.9	-8.5	-21.1	-8.2	-16	-10.8	-14	-7.6	-13.5	0.6	1.6
1992	-25.4	-9.3	-24.2	-18.7	0.5	-12.8	-6.9	1.4	0.8	-17.2	-7.3	-5.5
1991	5.1	0.6	-10.6	-12.9	-19.3	-5.5	-1.7	-7.6	-16.6	-12.9	-7.3	-16.7

Sumber: *Bureau of Meteorology*

El Nino dideteksi ketika nilai SOI negatif, sedangkan El Nina dideteksi ketika nilai SOI positif. Untuk mengetahui statusnya, maka tabel di atas diklasifikasikan seperti **Tabel 4.46**.

Tabel 4.46 Nilai SOI pada Tahun 1987-2014

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1987	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1988	5	5	2	4	4	6	6	6	6	6	6	6
1989	6	6	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1990	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	1	0	3	5	5	5	5	5	5	5
1992	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	3	3	5	5	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	1	3	0	3	0	5	5	5
1995	5	5	0	2	2	2	0	4	6	6	6	6
1996	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1997	1	1	1	1	3	5	5	5	5	5	5	5
1998	5	5	2	2	2	4	4	6	6	6	6	6
1999	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2000	6	6	1	1	1	1	0	0	0	4	4	4
2001	6	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
2002	0	0	1	3	3	3	5	5	5	5	5	5
2003	5	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	3
2005	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	1	3	5	5	5	5
2007	5	0	2	2	4	4	4	6	6	6	6	6
2008	6	6	4	4	0	0	0	0	0	0	4	6
2009	6	6	1	1	1	1	1	3	3	3	5	5
2010	5	5	5	2	4	4	6	6	6	6	6	6
2011	6	6	6	0	0	0	0	0	4	6	6	6
2012	6	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	1	1	3	3	3	3	1	1	1	3	3

Sumber: *Bureau of Meteorology*

Untuk merubah nilai indeks SOI menjadi status El Nino tahunan maka dilakukan klasifikasi berdasarkan tabel seperti di bawah ini.

Tabel 4.47 Klasifikasi Status Kejadian El Nino

Nilai SOI	Keterangan
0	Netral
1	Siaga El-Nino
2	Siaga La-Nina
3	Waspada El-Nino
4	Waspada La-Nina
5	El-Nino
6	La-Nina

Sumber: *Bureau of Meteorology*

Berdasarkan tabel klasifikasi diatas didapatkan Status Kejadian El Nino pada tahun 1991-2011 sebagai berikut.

Tabel 4.48 Status Kejadian El Nino
Tahun 1991-2011

Tahun	Status Kejadian
	El Nino
1991	el nino
1992	normal
1993	normal
1994	normal
1995	la nina
1996	normal
1997	el nino
1998	la nina
1999	la nina
2000	el nino
2001	normal
2002	el nino
2003	normal
2004	normal
2005	normal
2006	normal
2007	la nina
2008	normal
2009	el nino
2010	la nina
2011	la nina

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah diketahui status kejadian El Nino pada tahun 1991-2011, maka dilakukan perbandingan antara status kejadian El Nino dan indeks kekeringan yang telah diklasifikasikan, untuk lebih jelasnya telah disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.49 Perbandingan Indeks Kekeringan Dengan Kejadian El Nino pada Stasiun Hujan Bendo Tahun 1991 – 2011.

Tahun	Status Kejadian El Nino	Status Indeks Kekeringan SPI	Kesesuaian
1991	el nino	cukup kering	sesuai
1992	normal	normal	sesuai
1993	normal	sangat kering	tidak sesuai
1994	normal	amat sangat kering	tidak sesuai
1995	la nina	normal	sesuai
1996	normal	cukup kering	sesuai
1997	el nino	amat sangat kering	sesuai
1998	la nina	cukup kering	tidak sesuai
1999	la nina	normal	sesuai
2000	el nino	sangat kering	sesuai
2001	normal	cukup kering	sesuai
2002	el nino	sangat kering	sesuai
2003	normal	normal	sesuai
2004	normal	amat sangat kering	tidak sesuai
2005	normal	cukup kering	sesuai
2006	normal	cukup kering	sesuai
2007	la nina	cukup kering	tidak sesuai
2008	normal	cukup kering	sesuai
2009	el nino	normal	tidak sesuai
2010	la nina	cukup kering	tidak sesuai
2011	la nina	sangat kering	tidak sesuai

Sumber: Hasil Pengamatan

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa dari 21 tahun data yang dianalisa kesesuaiannya antara indeks kekeringan dan status El Nino terdapat 6 tahun yang sesuai dan 15 tahun tidak sesuai. Ketika terjadi El Nino pada tahun tertentu, maka kondisi daerah tersebut kering. Sedangkan ketika terjadi El Nina, maka kondisi daerah tersebut basah atau hujan. Selanjutnya dilakukan analisa prosentase kesesuaian antara El Nino dengan status indeks kekeringan SPI sebagai berikut:

$$\text{Prosentase kesesuaian} = \frac{13}{21} \times 100\% = 62\%$$

Untuk analisa kesesuaian pada stasiun hujan yang lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 13**. Setelah melakukan analisa kesesuaian pada tiap stasiun hujan dan

mendapatkan besarnya prosentase kesesuaian, maka hasil prosentase pada keseluruhan stasiun hujan ditampilkan dalam **Tabel 4.47**. Hasil perbandingan dari semua stasiun hujan dengan kejadian El Nino memiliki nilai rata-rata kesesuaian sebesar 61%.

Tabel 4.50 Rekapitulasi Prosentase Kesesuaian Status Kekeringan SPI dan Status Kejadian El Nino di Seluruh Stasiun Hujan

Stasiun Hujan	Kesesuaian (%)
Bendo	62
Widoro	62
Kampak	71
Watulimo	67
Campurdarat	57
Bandung	62
Song Jambu 2	57
Besuki	52
Boyolangu	52
Prambon	67
Rata-rata	61

Sumber: Hasil Perhitungan

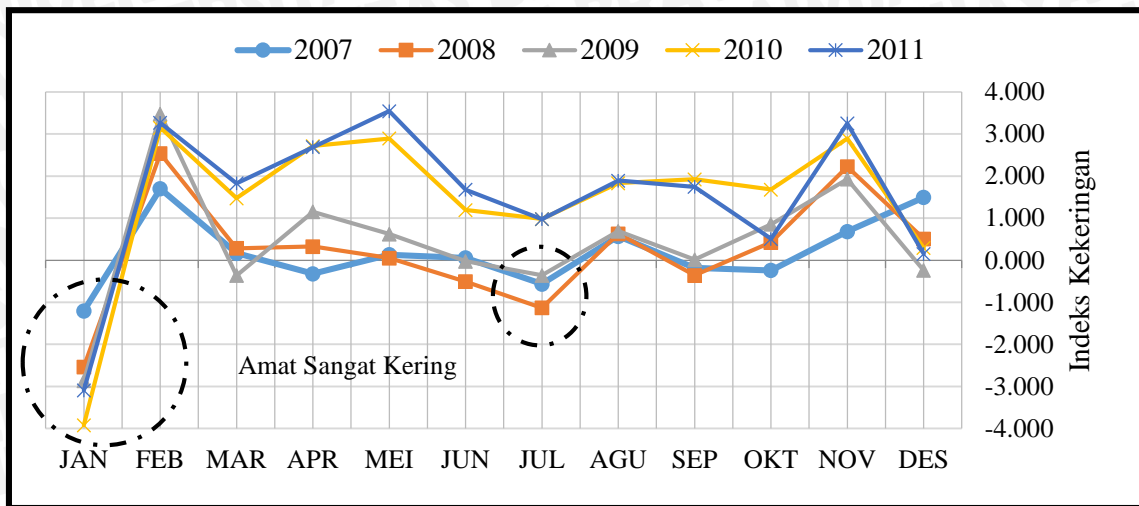
4.8 Kegunaan SPI untuk Masa yang Akan Datang

Hasil studi dengan metode SPI ini dapat digunakan untuk memprediksikan kekeringan di masa yang akan datang dengan cara melihat *trend* kekeringan seperti grafik yang ditampilkan pada **Gambar 4.19**.

Tabel 4.51 Indeks Kekeringan Stasiun Bendo Tahun 2007-2011

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2007	-1.204	1.701	0.165	-0.322	0.133	0.056	-0.566	0.570	-0.180	-0.240	0.682	1.493
2008	-1.332	0.836	0.121	0.648	-0.082	-0.566	-0.566	0.060	-0.180	0.665	1.545	-0.984
2009	-0.333	0.939	-0.649	0.824	0.571	0.484	0.772	0.060	0.372	0.429	-0.299	-0.749
2010	-1.053	-0.326	1.839	1.564	2.274	1.219	1.343	1.143	1.913	0.826	0.969	0.534
2011	0.831	0.117	0.354	-0.026	0.650	-0.484	-0.006	0.060	-0.180	-1.173	0.358	-0.142

Sumber: Hasil Perhitungan



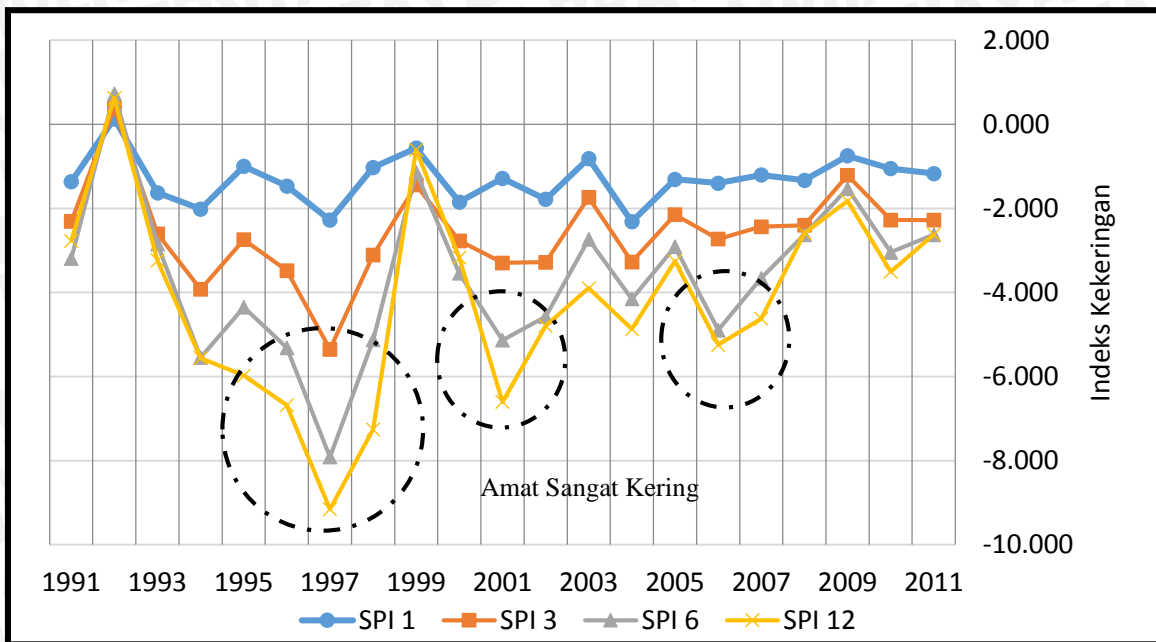
Gambar 4.19 Grafik Indeks Kekeringan Stasiun Bnedo Tahun 2006-2011

Pada grafik indeks kekeringan stasiun Bendo tahun 2006-2011 memiliki *trend* bahwa terjadi kekeringan amat sangat kering di mulai dari bulan Juli dan puncak kekeringan bulan Januari. Dari adanya *trend* selama 5 tahun tersebut dapat diprediksikan bahwa untuk tahun ke depannya juga memiliki *trend* yang hampir sama seperti tahun sebelumnya. Selain itu, juga dapat dilihat *trend* dari grafik indeks kekeringan SPI 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 12 bulan Stasiun Bendo selama 21 tahun, yaitu dari mulai tahun 1991 sampai 2011.

Tabel 4.52 Indeks Kekeringan SPI 1, SPI 3, SPI 6 dan SPI 12 Stasiun Bendo Tahun 1991-2011

Tahun	SPI 1	SPI 3	SPI 6	SPI 12
1991	-1.365	-0.943	-0.882	0.4217
1992	0.132	0.2589	0.3411	-0.105
1993	-1.626	-0.977	-0.245	-0.391
1994	-2.018	-1.904	-1.624	-0.016
1995	-0.998	-1.744	-1.607	-1.627
1996	-1.469	-2.01	-1.832	-1.367
1997	-2.278	-3.073	-2.563	-1.24
1998	-1.026	-2.083	-2.017	-2.127
1999	-0.566	-0.876	0.3001	0.537
2000	-1.849	-0.921	-0.773	0.3745
2001	-1.283	-2.014	-1.837	-1.471
2002	-1.785	-1.494	-1.293	-0.219
2003	-0.812	-0.926	-0.999	-1.162
2004	-2.316	-0.954	-0.882	-0.718
2005	-1.309	-0.838	-0.764	-0.346
2006	-1.398	-1.33	-2.164	-0.353
2007	-1.204	-1.232	-1.226	-0.961
2008	-1.332	-1.068	-0.225	0.0348
2009	-0.749	-0.463	-0.318	-0.297
2010	-1.053	-1.22	-0.77	-0.462
2011	-1.173	-1.106	-0.345	0.005

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.20 Grafik Indeks Kekeringan SPI 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 12 bulan Stasiun Bendo Tahun 1991-2011

Grafik di atas menunjukkan bahwa *trend* kekeringan selama 21 tahun terjadi setiap 2 tahun sekali dengan status amat sangat kering, maka dapat diprediksikan bahwa untuk tahun ke depannya bisa terjadi kekeringan setiap 2 tahun sekali.

4.9 Upaya Penanggulangan Kekeringan

Pola debit sungai di Kabupaten Trenggalek cenderung sama dengan pola curah hujan. Kecenderungan hujan dan debit mulai naik pada bulan November, mencapai puncaknya padabulan Januari sampai Maret. Sedangkan bulan April dan Mei debit mulai cenderung menurun sampai mencapai debit minimum pada bulan Agustus sampai Oktober. Ketersediaan air yang sangat melimpah pada musim hujan, disamping memberikan manfaat tetapi juga meimbulkan potensi banjir. Sedangkan pada musim kemarau mengakibatkan kekurangan air. Hal tersebut karena pengelolaan SDA yang kurang maksimal. Upaya-upaya untuk mengatasi kekeringan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penghematan air.
2. Mengelola SDA secara efektif.
3. Membuat embung apabila terdapat lokasi yang berpotensi.
4. Menyesuaikan pola tata tanam.
5. Melakukan kegiatan yang mendukung kelestarian alam.
6. Mengoptimalkan pengelolaan SDA.