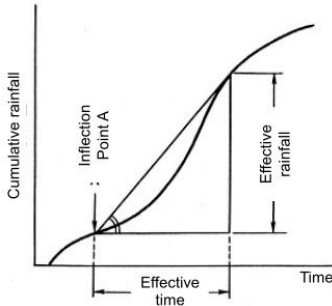


- 7) hitung curah hujan inisial ( $R_i$ ) akumulasi curah hujan dari mulainya satu seri hujan sampai titik infleksi A.

$$R_i = \sum_a^c CH \quad \text{dimana, } c = \text{titik infleksi A}$$

- 8) hitung curah hujan efektif ( $R_E$ ) akumulasi curah hujan dari titik infleksi A sampai pada titik/waktu tertentu dimana umumnya sampai pada titik infleksi B



$$R_i = \sum_c^d CH \quad \text{dimana, } d = \text{titik infleksi B}$$

- 9) hitung waktu efektif  
waktu efektif adalah periode hujan yang terjadi (dalam satuan jam) dari titik infleksi A sampai pada (umumnya) titik infleksi B.

$$t_E = t_d - t_c \quad \text{dimana, } t_E = \text{waktu efektif}$$

$$t_d = \text{waktu saat titik infleksi B}$$

$$t_c = \text{waktu saat titik infleksi A}$$

- 10) hitung intensitas curah hujan efektif ( $I_E$ )  
intensitas curah hujan efektif adalah nilai yang diperoleh dengan membagi curah hujan efektif ( $R_E$ ) dengan waktu efektif.

$$I_E = \frac{R_E}{t_E}$$

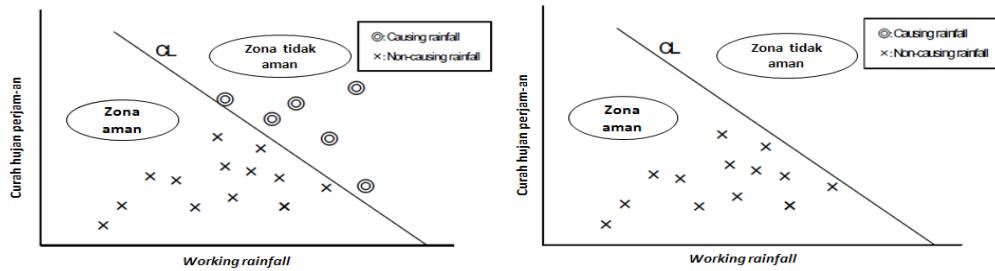
- 11) masukan nilai hasil perhitungan dari beberapa parameter indeks curah hujan diatas ke dalam formulir yang sesuai (formulir 1 untuk *causing rainfall* atau data curah hujan pada waktu kejadian bencana banjir bandang (Lampiran E.1) dan formulir 2 untuk *non-causing rainfall* atau data curah hujan lain yang bukan pada waktu kejadian bencana banjir bandang (Lampiran E.2)) dan lengkapi beberapa parameter lainnya sesuai dengan format yang ada

- 12) plot hasil dalam grafik sesuai dengan sumbu-sumbu berikut :

	Sumbu X	Sumbu Y
<i>Causing rainfall</i>	<i>working rainfall</i> sampai 1 jam sebelum kejadian banjir bandang (kolom (j) formulir 1)	curah hujan satu jam sesaat sebelum kejadian banjir bandang (kolom (k) formulir 1)
<i>Non-causing rainfall</i>	<i>working rainfall</i> sampai sebelum curah hujan maksimum tiap jam (kolom (g) formulir 2)	curah hujan maksimum tiap jam satu seri curah hujan (kolom (e) formulir 2)

*Working rainfall* ( $R_w$ ) adalah jumlah curah hujan yang memperhitungkan efek dari curah hujan pendahuluan ( $R_A$ ).

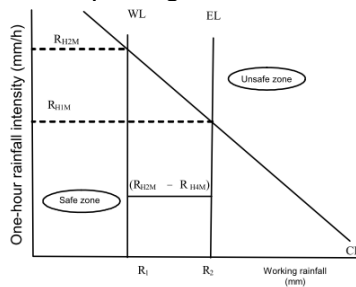
- 13) tentukan garis kritis (CL) yaitu garis yang terdapat pada indeks curah hujan yang membuat batas penentuan apakah besaran suatu curah hujan kemungkinan besar mengakibatkan bencana banjir bandang atau tidak, dengan memisahkan kumpulan titik-titik *causing rainfall* dan *non-causing rainfall* dengan suatu garis lurus pemisah seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



14) tentukan curah hujan maksimum tiap jam sebagai nilai  $R_{H1M}$  dan curah hujan maksimum tiap 2jam-an sebagai nilai  $R_{H2M}$  dengan merujuk pada Tabel kondisi pemilihan waktu peringatan dan instruksi evakuasi berikut

Jenis	Pemilihan waktu pemberian instruksi	Curah hujan yang diperkirakan selama waktu luang
Penerbitan peringatan	2 jam sebelum mencapai CL	Curah hujan maksimum dari curah hujan tiap 2 jam-an ( $R_{H2M}$ )
Instruksi evakuasi	1 jam sebelum mencapai CL	Curah hujan maksimum dari curah hujan tiap jam ( $R_{H1M}$ )

15) tarik garis tegak lurus terhadap CL sehingga menghasilkan nilai  $R_1$  sebagai garis tegak lurus dari  $R_{H2M}$  yang berfungsi sebagai garis peringatan bahaya (WL atau garis standar yang mengindikasikan *standard rainfall* untuk peringatan) dan  $R_2$  sebagai garis tegak lurus dari  $R_{H1M}$  yang berfungsi sebagai garis evakuasi (EL atau garis standar yang mengindikasikan *standard rainfall* untuk evakuasi) seperti yang terlihat pada gambar berikut ini



16) uji hasil yang dihasilkan dengan menghitung :

- uji tingkat pemisahan CL dengan menggunakan rumus dibawah ini (semakin besar nilai  $S_c$  maka semakin bagus pula tingkat pemisahan yang ada).

$$S_c = \frac{K_{nc}}{K_n} \text{ dimana, } K_n = \text{jumlah total dari non-causing rainfall}$$

$K_{nc}$  = jumlah *non-causing rainfall* yang masuk dalam zona aman

- uji frekuensi dengan menggunakan rumus berikut

$$F_w = \frac{k_{yw} + k_{nw}}{n} \text{ (kali/tahun) dan } F_e = \frac{k_{ye} + k_{ne}}{n} \text{ (kali/tahun)}$$

dimana,  $F_w$  = frekuensi pengeluaran peringatan bahaya

$F_e$  = frekuensi instruksi evakuasi

$k_{yw}$  = jumlah data *total working rainfall* dari *causing rainfall* (kolom (q) formulir 1) yang melebihi  $R_1$

$k_{ye}$  = jumlah data *total working rainfall* dari *causing rainfall* (kolom (q) formulir 1) yang melebihi  $R_2$

$k_{nw}$  = jumlah data *total working rainfall* dari *non-causing rainfall* (kolom (n) formulir 2) yang melebihi  $R_1$

$k_{ne}$  = jumlah data *total working rainfall* dari *non-causing rainfall* (kolom (n) formulir 2) yang melebihi  $R_2$

$n$  = jumlah tahun dari sumber data yang dipakai

- uji tingkat ketidaktepatan (ukuran ketidaktepatan suatu nilai perkiraan yang ditaksir) peringatan bahaya dan instruksi evakuasi dengan menggunakan rumus

dibawah ini untuk mengukur tingkat kemampuan nilai curah hujan hasil prakiraan dalam pengaturan EL dan WL

$$M_w = \frac{k_{nw}}{n} \text{ (kali/tahun)} \text{ dan } M_e = \frac{k_{ne}}{n} \text{ (kali/tahun)}$$

dimana,  $M_w$  = tingkat ketidaktepatan pengeluaran peringatan bahaya  
 $M_e$  = tingkat ketidaktepatan instruksi evakuasi

17) setelah dilakukan pengujian dan diperoleh standar yang cocok, maka dapat ditentukan bahwa :

- standar curah hujan untuk peringatan bahaya =  $R_1$  (mm)
- standar curah hujan untuk evakuasi =  $R_2$  (mm)

B) Metode B

- 1) lakukan langkah yang sama seperti pada Metode A dari langkah 1) hingga 11)
- 2) plot hasil dalam grafik sesuai dengan sumbu-sumbu berikut :

	Sumbu X	Sumbu Y
<i>Causing rainfall</i>	<i>working rainfall</i> hingga banjir bandang terjadi (kolom (l) formulir 1)	intensitas curah hujan efektif hingga banjir bandang terjadi (kolom (p) formulir 1)
<i>Non-causing rainfall</i>	<i>working rainfall</i> hingga titik infleksi B (kolom (k) formulir 2)	intensitas curah hujan efektif hingga titik infleksi B (kolom (m) formulir 2)

- 3) tentukan garis kritis (CL) dengan memisahkan kumpulan titik-titik *causing rainfall* dan *non-causing rainfall* dengan suatu garis lurus pemisah
- 4) tentukan persamaan dari garis CL dengan asumsi bahwa  $Y = aX + b$  , dimana Y sebagai intensitas curah hujan efektif dan X sebagai *working rainfall*, sedangkan nilai a dan b merupakan nilai dari persamaan garis CL
- 5) tentukan nilai curah hujan maksimum tiap jam sebagai nilai  $R_{H1M}$  dan curah hujan maksimum tiap 2jam-an sebagai nilai  $R_{H2M}$  , sama halnya dengan merujuk pada tabel pada Metode A langkah 14)

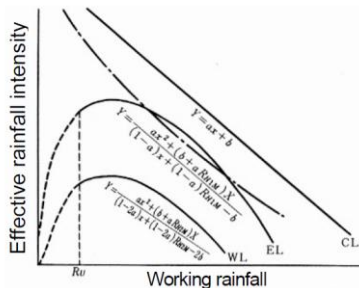
6) tentukan garis evakuasi (EL) berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan

$$Y = \frac{aX^2 + (b + a.R_{H1M})X}{(1 - a)X + (1 - a)R_{H1M} - b}$$

7) tentukan garis peringatan bahaya (WL) berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan

$$Y = \frac{aX^2 + (b + a.R_{H2M})X}{(1 - 2a)X + (1 - 2a)R_{H2M} - 2b}$$

8) plot hasil perhitungan kedua garis yang ada ke dalam grafik sehingga menghasilkan hasil seperti pada gambar dibawah ini



- 9) uji hasil yang dihasilkan dengan menghitung :
  - uji tingkat pemisahan CL dengan menggunakan rumus yang sama seperti pada metode A.
  - uji frekuensi dengan menggunakan rumus berikut

$$F'_w = \frac{k'_{yw} + k'_{nw}}{n} \text{ (kali/tahun)} \text{ dan } F'_e = \frac{k'_{ye} + k'_{ne}}{n} \text{ (kali/tahun)}$$

dimana,  $F'_w$  = frekuensi pengeluaran peringatan bahaya  
 $F'_e$  = frekuensi instruksi evakuasi

- $k'_{yw}$  = jumlah data *total working rainfall* dari *causing rainfall* yang melebihi WL
- $k'_{ye}$  = jumlah data *total working rainfall* dari *causing rainfall* yang melebihi EL
- $k'_{nw}$  = jumlah data *total working rainfall* dari *non-causing rainfall* yang melebihi WL
- $k'_{ne}$  = jumlah data *total working rainfall* dari *non-causing rainfall* yang melebihi EL
- $n$  = jumlah tahun dari sumber data yang dipakai

- uji tingkat ketidaktepatan peringatan bahaya dan instruksi evakuasi dengan menggunakan rumus dibawah ini untuk mengukur tingkat kemampuan nilai curah hujan hasil prakiraan dalam pengaturan EL dan WL

$$M'_w = \frac{k'_{nw}}{n} \text{ (kali/tahun)} \text{ dan } M'_e = \frac{k'_{ne}}{n} \text{ (kali/tahun)}$$

dimana,  $M'_w$  = tingkat ketidaktepatan pengeluaran peringatan bahaya  
 $M'_e$  = tingkat ketidaktepatan instruksi evakuasi

10) setelah dilakukan pengujian dan diperoleh standar yang cocok, maka dapat ditentukan bahwa :

$$\begin{aligned} \text{standar curah hujan untuk peringatan bahaya} &= Y = \frac{aX^2 + (b+a.R_{H2M})X}{(1-2a)X + (1-2a)R_{H2M} - 2b} \\ \text{standar curah hujan untuk evakuasi} &= Y = \frac{aX^2 + (b+a.R_{H1M})X}{(1-a)X + (1-a)R_{H1M} - b} \end{aligned}$$

dimana, ( $X \geq R_u$ ) dan a,b selalu bernilai konstan.

$R_u$  adalah nilai *working rainfall* yang umumnya tidak berpengaruh terhadap kejadian banjir bandang.

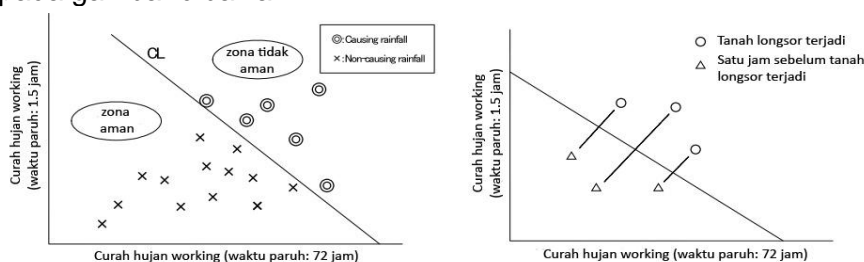
C) Metode Komite

- 1) urutkan data berdasarkan waktu pengukuran yang telah dilakukan
- 2) hitung *working rainfall* dengan menggunakan half-life time 12 jam ketika half-life nya sebesar 1,5 jam dan 574 jam ketika half-life nya sebesar 72 jam berdasarkan rumus berikut ini :

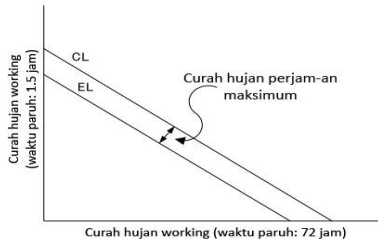
$$R_w = \sum \alpha_{1i} x R_{1i} \cdot \alpha_{1i} = 0,5^{i/T}$$

dimana,  $R_{1i}$  = curah hujan tiap jam pada waktu i-jam yang lalu  
 $\alpha_{1i}$  = koefisien deduksi pada waktu i-jam yang lalu  
 $T$  = waktu paruh (jam)

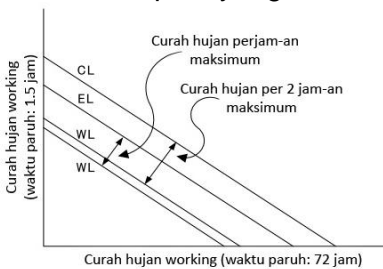
- 3) masukan nilai hasil perhitungan ke dalam formulir sesuai dengan jenisnya (formulir 3 untuk *causing rainfall* (Lampiran E.3) dan formulir 4 untuk *non-causing rainfall* (Lampiran E.4)) dan lengkapi beberapa parameter lainnya sesuai dengan format yang ada
- 4) plot hasil dalam grafik dengan *working rainfall* dengan waktu paruh 72 jam sebagai sumbu X dan *working rainfall* dengan waktu paruh 1,5 jam sebagai sumbu Y
- 5) tentukan garis kritis (CL) sama seperti dengan cara penentuan CL pada metode A langkah 13). CL digambar di antara *working rainfall* 1 jam sebelum kejadian bencana dan *working rainfall* pada waktu kejadian bencana seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



- 6) tentukan curah hujan maksimum tiap jam sebagai nilai  $R_{H1M}$  dan curah hujan maksimum tiap 2jam-an sebagai nilai  $R_{H2M}$  dengan merujuk pada Metode A langkah 14)
- 7) tentukan garis evakuasi (EL) dengan menarik garis yang sejajar terhadap CL dari nilai  $R_{H1M}$ , seperti yang terlihat pada gambar berikut ini



- 8) tentukan garis peringatan bahaya (WL) dengan menarik garis yang sejajar terhadap CL dari nilai  $R_{H2M}$ , dan sebagai pembanding ditarik garis sejajar juga terhadap EL dari  $R_{H1M}$ , seperti yang terlihat pada gambar berikut ini



- 9) pengujian hasil dilakukan dengan cara yang sama dengan pada metode A dan B
- 10) setelah dilakukan pengujian dan diperoleh standar yang cocok, maka dapat ditentukan standar curah hujan baik untuk peringatan bahaya dan evakuasi

### D.1.2 Data bersifat harian

Pada kondisi ini curah hujan standar ditentukan dengan menggunakan curah hujan total yang diperoleh dari data curah hujan harian, dimana data dari stasiun pengukuran curah hujan yang berlokasi pada atau di sekitar area target menjadi stasiun pengukuran curah hujan yang representatif.

- 1) tentukan indeks curah hujan berdasarkan beberapa pengertian yang agak berbeda dengan metode-metode sebelumnya seperti berikut ini :
  - Curah hujan hari-1 = jumlah curah hujan pada hari terjadinya bencana banjir bandang
  - Curah hujan hari-2 = total curah hujan pada hari bencana banjir bandang terjadi dan curah hujan sehari sebelumnya
  - Curah hujan hari-3 = total curah hujan pada hari bencana banjir bandang terjadi dan curah hujan dari 2 hari sebelumnya
  - Curah hujan kumulatif = curah hujan kumulatif dari satu seri hujan termasuk hari dimana bencana banjir bandang terjadi
  - *Working rainfall* = total dari curah hujan kumulatif dan hujan pendahuluan (seperti pada metoda A dan B).

Jika jumlah kejadian bencana sedikit (atau bahkan tidak ada), maka nilai curah hujan pada hari-1, hari-2, dan hari-3 diambil dari data *non-causing rainfall* dengan asumsi bahwa kejadian bencana terjadi pada curah hujan hari-1 yang memiliki nilai terbesar.

- 2) masukkan nilai hasil perhitungan dari lima index curah hujan diatas ke dalam formulir 5 seperti yang ditunjukkan pada Lampiran E.5.

- 3) tentukan standar kritis dengan membandingkan nilai terendah dari *causing rainfall* dan nilai tertinggi dari *non-causing rainfall*. Indeks curah hujan yang menunjukkan pemisahan yang paling tinggi diantara kedua curah hujan tersebut merupakan standar kritis daerah tersebut
- 4) untuk penentuan standar untuk peringatan dan evakuasi akurasi pemilihan waktunya (*timing*) menjadi sangat tidak akurat karena harus menunggu peroleh data selama 1 hari. Dalam alat ukur curah hujan harian, kita dapat menghitung curah hujan tiap jamnya dengan membaca skala air yang tersimpan setiap jam. Oleh karena itu, dengan berasumsi bahwa curah hujan dapat diukur setiap jam menggunakan cara tersebut, curah hujan standar dapat diset dengan menggunakan metoda A, B maupun metoda Komite dengan merujuk pada Tabel kondisi pemilihan waktu peringatan dan instruksi evakuasi berikut.

Jenis	Pemilihan waktu pemberian instruksi	Curah hujan yang diperkirakan selama waktu luang
Penerbitan peringatan	2 jam sebelum mencapai standar curah hujan kritis	Curah hujan maksimum dari curah hujan tiap 2 jam-an / probabilitas curah hujan 2 jam-an
Instruksi evakuasi	1 jam sebelum mencapai standar curah hujan kritis	Curah hujan maksimum curah hujan tiap jam / probabilitas curah hujan 1 jam-an

Tetapi apabila data tersebut tetap sulit untuk diperoleh, maka curah hujan standar dapat ditentukan dengan menggunakan data curah hujan tiap jam yang diperoleh dari area lain yang memiliki karakter curah hujan harian yang sama.

## D.2 Penentuan curah hujan standar bila tidak terdapat data saat kejadian banjir bandang

Bila tidak tersedia data ketika banjir bandang terjadi, terdapat kemungkinan untuk menentukan curah hujan standar untuk peringatan bahaya dan evakuasi bila dilakukan analisa data *non-causing rainfall*. Juga secara tentatif dapat digunakan hasil analisa daerah lainnya yang berdekatan atau memiliki kondisi iklim yang serupa dengan wilayah tersebut.

## D.3 Penentuan curah hujan standar bila tidak tersedia data curah hujan sama sekali

Gunakan standar curah hujan daerah terdekat ataupun daerah lainnya yang memiliki kondisi topografi, geologi, klimatologi dan hidrologi yang sama. Khususnya untuk wilayah yang beresiko terkena bencana banjir bandang namun tidak memiliki data curah hujan sama sekali, maka hal-hal berikut ini harus dilakukan untuk memperoleh informasi dalam pengambilan keputusan penerbitan peringatan serta instruksi evakuasi sebelum terjadinya bencana :

### 1) Menginstal alat ukur curah hujan

Alat pengukur curah hujan harus diinstal dan pengumpulan data harus dimulai sesegera mungkin, sehingga data curah hujan yang diperoleh dapat digunakan untuk pengambilan keputusan terkait penerbitan peringatan dan instruksi evakuasi. Alat ini diinstal pada atau di sekitar area rawan bencana sedimen. Alat tersebut juga dapat diinstal di dekat kantor institusi pemerintah jika area rawan tidak terlalu luas dan karakter curah hujan area rawan tersebut identik dengan area di sekitar kantor institusi pemerintah. Biasanya suatu alat dapat mewakili kondisi curah hujan dengan radius kurang lebih 20-25 km wilayah sekitarnya. Lampiran G memperlihatkan beberapa contoh alat pengukur curah hujan sederhana yang dapat dibuat sendiri maupun yang modern.

- 2) Penentuan curah hujan standar untuk peringatan bahaya dan instruksi evakuasi  
Bila alat sudah terinstal, perkiraan bencana dapat dimulai dengan menggunakan curah hujan standar daerah lainnya yang memiliki kondisi topografi, geologi, dan cuaca yang sama. Selanjutnya dapat digunakan salah satu metode dari metode A, B, dan Komite. Standar yang paling mendekati adalah standar yang digunakan. Seiring dengan kelengkapan data yang dimiliki maka nilai standar curah hujan akan ditinjau kembali, direvisi, dan di upgrade untuk mendapatkan nilai prakiraan yang baik.

**Lampiran E**  
(informatif)  
**Formulir untuk penentuan curah hujan standar**

**E.1 Formulir untuk merekam data *causing rainfall* (Formulir 1)**

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)			(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)
Nomor seri hujan	Nama sungai	Alamat	No. bencana banjir bandang	Kejadian bencana, tanggal dan waktu	Curah hujan kontinyu ( $R_C$ ) tgl/waktu – tgl/waktu	Curah hujan pendahuluan ( $R_A$ )			Antecedent <i>Working rainfall</i> ( $R_{WA}$ )	Jumlah curah hujan sampai 1 jam sebelum kejadian banjir bandang	<i>Working rainfall</i> sampai 1 jam sebelum terjadinya banjir bandang (h)+(i)	Curah hujan 1 jam sesaat sebelum terjadinya banjir bandang	<i>Working rainfall</i> ( $R_W$ ) sampai pada kejadian banjir bandang (j)+(k)	Curah hujan inisial ( $R_I$ )	Curah hujan efektif ( $R_E$ ) sampai kejadian banjir bandang (i)+(j)-(m)	Waktu efektif	Intensitas curah hujan efektif ( $I_E$ ) (n)/(o)	<i>Working rainfall</i> total (f)+(h)	Jarak antara sungai dan stasiun pengukur curah hujan	Catatan
					2 hari sebelum	3 hari sebelum	4 hari sebelum	.....	14 hari sebelum	Waktu paruh										

**E.2 Formulir untuk merekam data *non-causing rainfall* (Formulir 2)**

(a)	(b)	(c)			(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)
Nomor seri hujan	Curah hujan kontinyu ( $R_C$ ) (tgl/waktu – tgl/waktu)	Curah hujan pendahuluan ( $R_A$ ) (mm)			Antecedent <i>Working rainfall</i> ( $R_{WA}$ ) (mm)	Curah hujan maksimum satu seri curah hujan (mm – tgl/waktu)	Jumlah curah hujan sampai sebelum curah hujan maksimum (mm)	<i>Working rainfall</i> sampai sebelum curah hujan maksimum (d)+(f) (mm)	Curah hujan inisial ( $R_I$ ) (mm) & waktu titik infleksi A (mm – tgl waktu)	Jumlah curah hujan dari awal seri sampai titik infleksi B (mm – tgl/waktu)	Curah hujan efektif ( $R_E$ ) sampai pada titik infleksi B (i)-(h) (mm)	<i>Working rainfall</i> sampai pada titik infleksi B (d)+(i) (mm)	Waktu efektif (i)-(h) (jam)	Intensitas curah hujan efektif ( $I_E$ ) (j)/(l) (mm/jam)	<i>Working rainfall</i> total (b)+(d) (mm)	Catatan
		2 hari sebelum	3 hari sebelum	4 hari sebelum	.....	14 hari sebelum	Waktu paruh									



**E.3 Formulir untuk merekam data *causing rainfall* untuk Metode Komite (Formulir 3)**

	Bagian	Aplikasi
(a)	No. referensi	
(b)	Jenis bencana	(banjir bandang, tanah longsor, dan lain-lain).
(c)	Area bencana/ sungai	
(d)	Alamat	
(e)	No. area/sungai yang terjadi bencana	
(f)	Jumlah sedimen yang berpindah	
(g)	Kerusakan	
(h)	Tanggal/waktu kejadian	
(i)	Stasiun pengukur curah hujan yang representatif	
(j)	Jarak terhadap stasiun pengukur curah hujan	
(k)	<i>Working rainfall</i> satu jam sebelum kejadian bencana (waktu paruh 72 jam)	Digambar dalam grafik X-Y.
(l)	<i>Working rainfall</i> satu jam sebelum kejadian bencana (waktu paruh 1.5 jam)	
(m)	<i>Working rainfall</i> pada waktu kejadian bencana (waktu paruh 72 jam)	
(n)	<i>Working rainfall</i> pada waktu kejadian bencana (waktu paruh 1.5 jam)	
(o)	Catatan	

**E.4 Formulir untuk data *non-causing rainfall* untuk Metode Komite (Formulir 4)**

	Bagian	Aplikasi
(a)	No. referensi	
(b)	Stasiun pengukur curah hujan yang representatif	
(c)	Curah hujan kontinyu (tgl/waktu – tgl/waktu, curah hujan total)	Sama dengan metoda A dan B.
(d)	Curah hujan maksimum selama curah hujan kontinyu (tgl/waktu, nilai curah hujan)	
(e)	<i>Working rainfall</i> pada waktu satu curah hujan tiap jam maksimum (waktu paruh: 72 jam)	
(f)	<i>Working rainfall</i> pada waktu satu curah hujan tiap jam maksimum (waktu paruh: 1.5 jam)	
(g)	Waktu pada saat terjadi <i>working rainfall</i> maksimum.	Waktu pada saat $\sqrt{x^2 + y^2}$ bernilai maksimum selama satu seri hujan. (waktu pada jarak sebenarnya menjadi yang terjauh).
(h)	<i>Working rainfall</i> pada waktu <i>working rainfall</i> maksimum (waktu paruh 72 jam) → sumbu X	Digambar dalam grafik X-Y
(i)	<i>Working rainfall</i> pada waktu <i>working rainfall</i> maksimum (waktu paruh 1.5 jam) → sumbu Y	
(o)	Catatan	

**E.5 Formulir untuk merekam indeks curah hujan untuk Metode curah hujan total (Formulir 5)**

No. Seri hujan	Curah hujan hari-1	Curah hujan hari-2	Curah hujan hari-3	Curah hujan kumulatif	<i>Working rainfall</i>
Causing rainfall					
1					
2					
...					
Non-causing rainfall					
1					
2					
...					

**Lampiran F**  
(informatif)

**Contoh perhitungan nilai curah hujan standar untuk peringatan dini banjir bandang**

Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai curah hujan standar yang telah dilakukan untuk wilayah Jember :

**F.1 Data curah hujan**

**Tabel F.1 - Contoh data curah hujan kali Jompo**

Tanggal	Waktu	Curah hujan	Nomor series
18/03/2010	15:00	0	
18/03/2010	16:00	0	
18/03/2010	17:00	0	
18/03/2010	18:00	0	
18/03/2010	19:00	0,5	1
18/03/2010	20:00	0	
18/03/2010	21:00	0	
18/03/2010	22:00	0	
18/03/2010	23:00	0	
.....	....	...	...
20/03/2010	17:00	0	
20/03/2010	18:00	6,1	2
20/03/2010	19:00	0	
20/03/2010	20:00	0	
20/03/2010	21:00	0	
20/03/2010	22:00	0	
20/03/2010	23:00	0	
21/03/2010	0:00	0	
21/03/2010	1:00	0	
21/03/2010	2:00	0	
21/03/2010	3:00	0	
21/03/2010	4:00	0	
21/03/2010	5:00	0	
21/03/2010	6:00	0	
21/03/2010	7:00	0	
21/03/2010	8:00	0	
21/03/2010	9:00	0	
21/03/2010	10:00	0	
21/03/2010	11:00	0	
21/03/2010	12:00	0	
21/03/2010	13:00	0	
21/03/2010	14:00	0	
21/03/2010	15:00	0	
21/03/2010	16:00	0	
21/03/2010	17:00	2,3	
21/03/2010	18:00	0,5	
21/03/2010	19:00	0	
21/03/2010	21:00	0	
21/03/2010	22:00	0	
21/03/2010	23:00	0	
22/03/2010	0:00	0	
22/03/2010	1:00	0	
22/03/2010	2:00	0	
22/03/2010	3:00	0	
22/03/2010	4:00	0	
22/03/2010	5:00	0	
.....	....	...	...
25/03/2010	15:00	0	
25/03/2010	16:00	2,5	3
25/03/2010	17:00	58,2	
25/03/2010	18:00	3,6	
25/03/2010	19:00	0	
.....	....	...	...

Kolom pertama pada Tabel F.1 adalah tanggal data curah hujan, kolom kedua adalah jam /waktu pengambilan data curah hujan, kolom ketiga adalah besaran curah hujan tiap jam dalam satuan mm, sedangkan kolom keempat adalah nomor/id dari "satu seri hujan".

Sebagai contoh, pada Tabel tersebut diperlihatkan bahwa satu seri hujan ditunjukkan oleh baris berwarna biru dimana pada kolom keempat terdapat id/nomor seri hujan tersebut. Sebagai contoh, seri nomor 2 terjadi pada tanggal 20 Maret 2010 pukul 18.00 sampai 22 Maret 2010 pukul 4.00. Sesuai definisinya, seri ini pasti diapit oleh tidak adanya hujan selama 24 jam sebelum dan sesudah seri hujan tersebut.

## F.2 Perhitungan parameter indeks curah hujan

Tabel F.2 dan F.3 memperlihatkan hasil perhitungan berbagai parameter indeks curah hujan sesuai dengan format pada Formulir E.1 untuk form 1 dan E.2 untuk form 2.

Untuk Form 2 pada kolom pertama (a) dan kolom kedua (b), berisi id/nomor seri hujan serta waktu awal dan akhir seri hujan tersebut berikut besaran total seri hujan tersebut dalam satuan mm. Kolom ketiga (c) adalah besaran nilai hujan pendahuluan. Sub-kolom dari kolom ketiga adalah jumlah hujan selama 24 jam yang dimulai dari 2 hari sebelumnya. Hal ini dikarenakan periode hujan 24 jam 1 hari sebelum seri hujan dimulai, pasti bernilai 0 mm. Sub-kolom seharusnya menunjukkan hujan pendahuluan sampai 14 hari sebelum seri hujan, tetapi pada tabel tersebut sub-kolom hanya menunjukkan hujan pendahuluan sampai 7 hari sebelum seri hujan. Hal ini dikarenakan penggunaan "waktu paruh" sebesar 1 hari. Demikian juga dengan Form 1 dengan menambahkan beberapa keterangan tentang kondisi dan akibat yang dialami saat bencana terjadi.

Untuk melihat pengaruh dari curah hujan pendahuluan, curah hujan periode 24 jam dari 1 hari sebelum *causing rainfall*, dikalikan dengan koefisien  $\alpha_1$  (waktu); dan curah hujan periode 24 jam dari 2 hari sebelum hujan yang menyebabkan aliran longsor, dikalikan dengan koefisien  $\alpha_2$  (waktu). Sehingga curah hujan periode 24 jam sampai t hari sebelum *causing rainfall* atau  $d_t$ , dikalikan dengan koefisien  $\alpha_t$  (dimana  $\alpha_t < 1$ ) seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut ini:

$$R_{WA} = \alpha_1 \cdot d_1 + \alpha_2 \cdot d_2 + \dots + \alpha_{14} \cdot d_{14} = \sum \alpha_t \cdot d_t$$

Koefisien  $\alpha_t$  dinamakan koefisien deduksi dari t hari sebelumnya. Jumlah total hasil perhitungan ini menghasilkan *antecedent working rainfall* ( $R_{WA}$ ).

Banyak cara untuk menentukan  $\alpha_t$ . Jika waktu paruh diasumsikan sebagai 1 hari, yang berarti nilai dari  $\alpha_t$  menjadi  $\frac{1}{2}$  kalinya nilai  $\alpha_{t-1}$ , maka *working rainfall* pendahuluan ( $R_{WA}$ ) dihitung sebagai:

$$R_{WA} = 0,5 \cdot d_1 + 0,25 \cdot d_2 + 0,125 \cdot d_3 + \dots$$

Untuk menebak apakah banjir bandang mungkin terjadi atau tidak, akurasi dari penebakan dapat dievaluasi dengan mengubah waktu paruh menjadi 2 hari dan 3 hari. Hubungan antara koefisien deduksi dengan waktu paruh diberikan oleh persamaan berikut ini:

$$\alpha_t = 0.5^{t/T}$$

dimana, T : hari dari waktu paruh; t : hari sebelum mulainya curah hujan

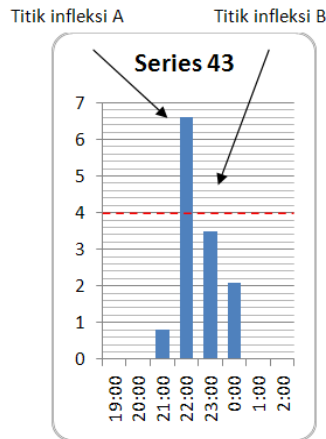
Suatu contoh hasil perhitungan koefisien deduksi untuk waktu paruh (T) 1 hari, 2 hari, dan 3 hari, serta hari sebelum terjadinya seri hujan (*causing rainfall*) 1 hari sampai dengan 14 hari terdapat pada table koefisien deduksi.

Jika kita menggunakan waktu paruh (T) 1 hari, kita dapat hanya memiliki data curah hujan pendahuluan sampai dengan 7 hari sebelum seri hujan. Sedangkan jika kita menggunakan waktu paruh (T) 2 hari, maka kita harus memiliki data curah hujan pendahuluan sampai dengan 15 hari sebelum seri hujan, dan seterusnya.

Untuk kasus data curah hujan dari kali Jompo Tabel F.3 kolom (c), karena waktu paruh (T) yang digunakan adalah 1 hari, maka data hujan pendahuluan dapat hanya cukup sampai 7 hari sebelum suatu seri hujan.

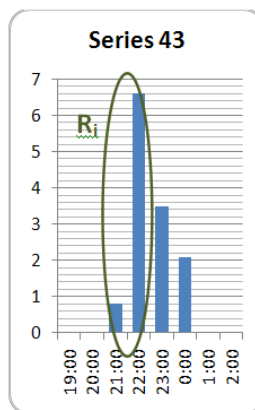
Setelah besaran nilai mm tiap-tiap interval waktu hujan pendahuluan diperoleh, tahap selanjutnya adalah mengukur *working rainfall* ( $R_{WA}$ ). Sebagai contoh untuk menghitung  $R_{WA}$  pada seri nomor 3, maka nilai  $R_{WA} = 0.25 \cdot 0 + 0.125 \cdot 3.1 + 0.0625 \cdot 2.8 + 0.03125 \cdot 6.1 + 0.01563 \cdot 0 + 0.00781 \cdot 0.5 = 0.76$  mm, yang nilai hujan working ini terdapat pada kolom keempat (d).

Untuk penentuan titik infleksi, sesuai dengan referensi maka gambar berikut merupakan contoh data curah hujan dari stasiun pengukuran kali Jompo yaitu seri hujan nomor 43. Titik infleksi A dan titik infleksi B ditunjukkan sesuai arah tanda panah.



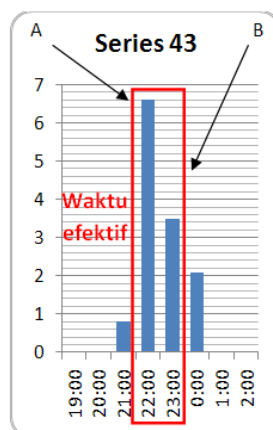
**Gambar F.1 - Pendefinisian titik infleksi A dan titik infleksi B pada data curah hujan kali Jompo (seri no 43)**

Sesuai dengan contoh series pada Gambar F.1, berikut adalah contoh nilai curah hujan awal ( $R_i$ ) dari series tersebut yang ditunjukkan pada lingkaran warna hijau. Pada data tersebut kumulasi berasal hanya dari data dua jam (total curah hujan dari awal seri hingga titik infleksi A =  $0.8 + 6.6 = 7.4$  mm).



**Gambar F.2 - Jumlah/kumulasi curah hujan awal pada data curah hujan kali Jompo (seri no 43)**

Dan gambar berikut merupakan contoh waktu efektif dari seri 43 sesuai dengan referensi, dimana titik infleksi A dan titik infleksi B ditunjukkan sesuai arah tanda panah, sedangkan waktu efektif merupakan rentang waktu antara titik A dan titik B dalam hal ini adalah sebesar 2 (dua) jam.



**Gambar F.3 - Definisi curah hujan efektif, waktu efektif, dan intensitas curah hujan efektif pada data curah hujan kali Jompo (seri no. 43)**

Tabel F.2 - Berbagai nilai parameter indeks curah hujan (causing rainfall) pada Form 1 yang berasal dari data curah hujan kali Jompo

Form for recording the causing rainfall data (Form 1)

(a) Ref. No.	(b) Mountain stream	(c) Address	(d) No. of debris flow hazard stream	(e) Occurrence date/time		(f) Continuous Rainfall (R <sub>c</sub> )			(g) Antecedent Rainfall (R <sub>a</sub> )							(h) Antecedent working rainfall (R <sub>wa</sub> ) (mm)	(i) Cumulative rainfall up to 1hour before the occurrence of debris flow	(j) Working rainfall up to 1hour before the occurrence of debris flow (h)+(i)	(k) One-hour rainfall immediately before the occurrence of debris flow	(l) Working rainfall (R <sub>w</sub> ) up to the occurrence of debris flow (j)+(k)	(m) Initial rainfall (R <sub>i</sub> ) (date/time)	(n) Effective rainfall (R <sub>e</sub> ) up to the occurrence of debris flow (i)+(j)-(m)	(o) Effective time (hours)	(p) Effective rainfall intensity (I <sub>e</sub> ) (n)/(o)	(q) Total working rainfall (f)+(h)	(r) Distance between mountain stream and rainfall gauging station	
				occurrence	inferred time	mm	date start	date end	2 days before	3 days before	4 days before	5 days before	6 days before	7 days before	Half-life (T)												
1		kec. kencong & jombang		flood	morning	04/01/2011 9:00	236,4	12/25/10 15:00	1/4/11 9:00	6,6	18,1	3,3	6,3	65,3	33,8	1 day	5,60	235,9	241,50	0,20	241,70	10,9	466,5	235	1,99	242,00	
2		kencong		flood	morning	07/01/2011 4:00	118,1	1/5/11 14:00	1/10/11 21:00	0,8	36,3	2,8	49,1	4,3	41,9	1 day	6,84	29,7	36,54	1,80	38,34	2,3	63,9	125	0,51	124,94	
3		jompo, semangir, dinoyo river		flood		03/02/2011 15:00	242,9	1/30/11 20:00	2/5/11 15:00	0	0	0	21,3	48,1	14,2	1 day	1,53	139	140,53	1,30	141,83	1,8	277,7	140	1,98	244,43	
4		panti, rambipuji		banjir bandang	evening	03/02/2011 15:00	242,9	1/30/11 20:00	2/5/11 15:00	0	0	0	21,3	48,1	14,2	1 day	1,53	139	140,53	1,30	141,83	1,8	277,7	140	1,98	244,43	
5		argopuro slopes, kec. panti		landslide	morning	04/02/2011 3:00	242,9	1/30/11 20:00	2/5/11 15:00	0	0	0	21,3	48,1	14,2	1 day	1,53	233,5	235,03	0,00	235,03	1,8	466,7	140	3,33	244,43	
6		kec. rambipuji		flood	night	24/02/2011 22:00	257,6	2/21/11 17:00	3/1/11 20:00	29,7	0	0,3	5,4	30,5	91,4	1 day	8,80	63,5	72,30	0,00	72,30	1,5	134,3	193	0,70	266,40	
7		Dusun Cempaka, Kemundungan, Gluduk, Desa Pakis		banjir bandang	night	04/03/2011 19:00	251,9	3/3/11 16:00	3/6/11 20:00	61,6	44,5	33,1	25,6	3,1	10	1 day	23,96	55,1	79,06	18,90	97,96	12,4	121,8	74	1,65	275,86	
8		desa pakis, argopuro		landslide	night	04/03/2011 19:00	251,9	3/3/11 16:00	3/6/11 20:00	61,6	44,5	33,1	25,6	3,1	10	1 day	23,96	55,1	79,06	18,90	97,96	12,4	121,8	74	1,65	275,86	
9		sungai dinoyo, kec. rambipuji		flood	afternoon	06/03/2011 18:00	251,9	3/3/11 16:00	3/6/11 20:00	61,6	44,5	33,1	25,6	3,1	10	1 day	23,96	161,8	185,76	35,70	221,46	12,4	335,2	74	4,53	275,86	

Catatan :  
Kolom yg berwarna orange merupakan perkiraan waktu terjadinya kejadian

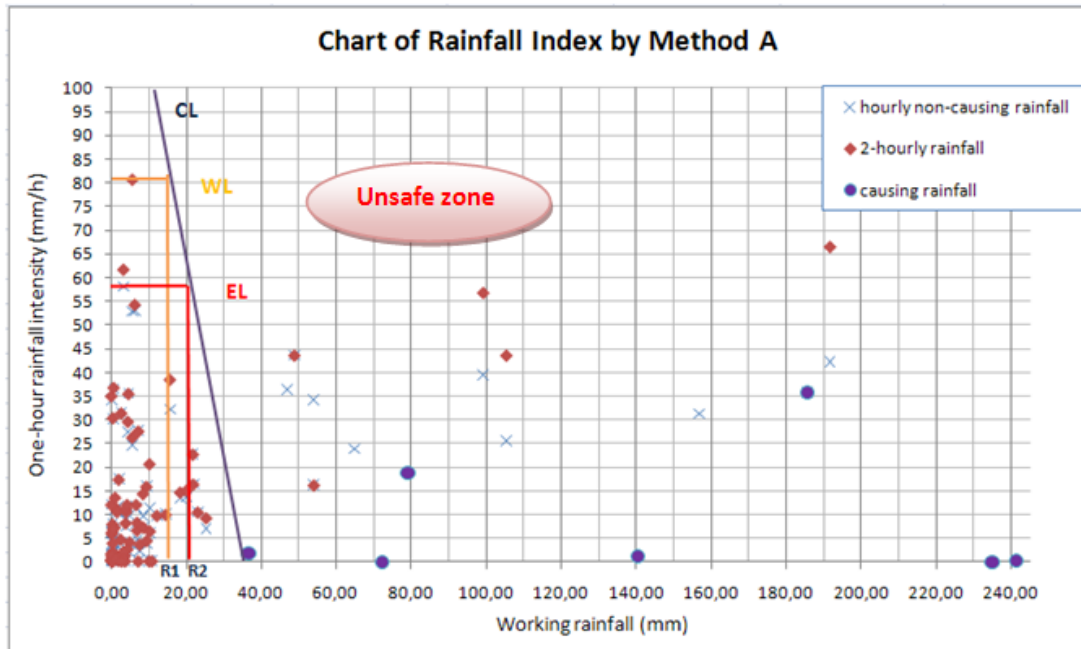
Tabel F.3 - Berbagai nilai parameter indeks curah hujan (non-causing rainfall) pada Form 2 yang berasal dari data curah hujan kali  
Jompo

Form for recording the non-causing rainfall data (Form 2)

Table with columns: (a) Ref. No., (b) Continuous Rainfall (Rc), (c) Antecedent Rainfall (mm), (d) Antecedent working rainfall (RWA) (mm), (e) Maximum hourly rainfall of non-causing rain, (f) Cumulative rainfall before the start of a maximum hourly rainfall (mm), (g) Working rainfall up to before the start of a maximum hourly rainfall (mm), (h) Initial rainfall (RI) (mm) and Inflection point A (date), (i) Cumulative rainfall up to inflection point B (mm) and Inflection point B (date), (j) Effective rainfall (RE) up to Inflection Point B (mm), (k) Working rainfall up to Inflection Point B (mm), (l) Effective time t=(j)-(h) (hours), (m) Effective rainfall intensity i=(j)/(m) (mm/hours), (n) Total working rainfall (B+I) (mm).

### F.3 Curah hujan standar metode A

Garis CL ditarik untuk membagi 2 (dua) wilayah kumpulan titik-titik data curah hujan dalam zona aman (non-causing rainfall) dan zona tidak aman (causing rainfall). Hal tersebut terlihat dalam pembagian seperti pada gambar di bawah ini.



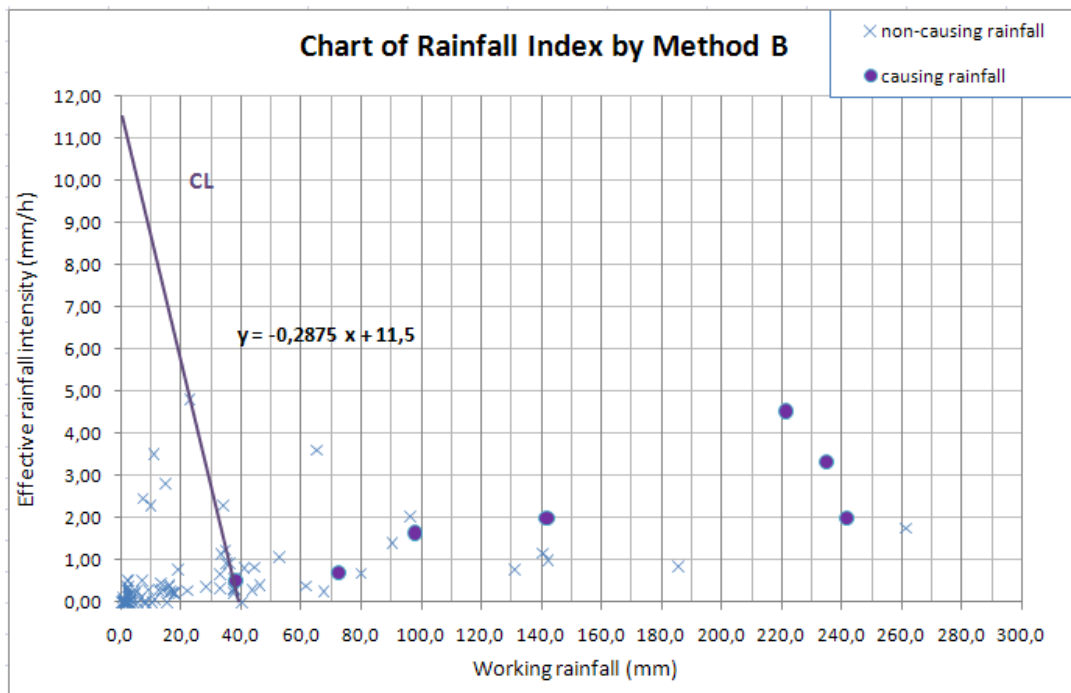
Gambar F.4 - Penetapan garis CL, WL, dan EL pada data curah hujan kali Jompo

Dalam penentuan garis WL dan EL, data curah hujan maksimum per 2 jam-an diwakili oleh titik merah, sedangkan data curah hujan maksimum perjam-an diwakili oleh tanda silang (x). Titik curah hujan maksimum per 2 jam-an tepat berada di garis CL. Di titik tersebut ditarik garis yang paralel dengan sumbu Y. Garis ini adalah garis WL dimana titik perpotongannya dengan sumbu X adalah titik R2. Untuk menetapkan garis EL kita menggunakan acuan titik curah hujan maksimum perjam-an. Garis yang paralel dengan sumbu X ditarik melalui titik tersebut. Di titik perpotongan garis tersebut dengan garis CL, ditarik garis yang paralel dengan sumbu Y. Garis ini adalah garis EL dimana titik perpotongannya dengan sumbu X adalah titik R1.

Sehingga untuk kasus data curah hujan dari kali Jompo dengan metoda A, standar curah hujan atau *working rainfall* untuk pengeluaran peringatan atau  $R_1 \approx \pm 15$  mm, dan standar curah hujan untuk evakuasi atau  $R_2 \approx \pm 20$  mm.



F.4 Curah hujan standar metode B



Gambar F.5 - Grafik X-Y indeks curah hujan pada data curah hujan kali Jompo menggunakan metoda B

Untuk jenis data *causing rainfall*, penarikan garis CL harus membagi 2 area yaitu zona aman dan zona tidak aman, di sebelah kanan atas dan kiri bawah garis. Dalam kasus data kali Jompo dapat ditarik garis CL seperti yang ditunjukkan gambar di atas.

Setelah penentuan garis CL dilakukan, selanjutnya adalah mencari persamaan garis CL tersebut, dimana pada gambar diatas adalah  $y = -0.2875x + 11.5$ .

Ditetapkan suatu koordinat titik P sebesar (23 ; 4.8). Nilai koordinat titik P tersebut diperoleh dari Tabel F.3 yaitu nilai seri hujan nomor 21. Oleh karena itu curah hujan perjam-an maksimum seri hujan tersebut ( $R_{H1M}$ ) adalah 9.7 mm.

Tahap berikutnya adalah mencari koordinat P'( $R_P'$ ,  $I_P'$ ) melalui persamaan (1) dan (5) sebagai berikut:

$$R_P' = R_P - R_{H1M} = 23 - 9.7 = 13.3 \text{ mm.}$$

$$I_P' = \frac{R_P - R_{H1M}}{\frac{R_P}{I_P} - 1} = \frac{(R_P - R_{H1M})I_P}{R_P - I_P} = \frac{(23 - 9.7) 4.8}{23 - 4.8} = \frac{63.84}{18.2} = 3.508 \text{ mm}$$

sehingga koordinat P' adalah (13.3 ; 3.508).

Garis CL diekspresikan melalui persamaan  $Y = -0.2875X + 11.5$ , dimana  $Y=aX+b$ , sehingga  $a = -0.2875$  dan  $b = 11.5$ , maka persamaan garis EL adalah:

$$Y = \frac{aX^2 + (b + a \cdot R_{H1M})X}{(1 - a)X + (1 - a)R_{H1M} - b} = \frac{-0.2875X^2 + (11.5 - 0.2875 \cdot 9.7)X}{(1 + 0.2875)X + (1 + 0.2875) \cdot 9.7 - 11.5}$$

$$Y = \frac{-0.2875X^2 + (11.5 - 2.78875)X}{(1.2875)X + 12.48875 - 11.5} = \frac{-0.2875X^2 + 8.71125X}{1.2875X + 0.98875}$$

$$Y = \frac{-0.2875X^2 + 8.71125X}{1.2875X + 0.98875}$$

Untuk penentuan garis WL, kita menggunakan data curah hujan maksimum per 2 jam-an, sehingga menurut Tabel F.3 nilai  $R_{H2M} = 14.5$  mm.

Pertama-tama kita mencari koordinat P'' ( $R_p'', I_p''$ ) melalui persamaan:

$$R_p'' = R_p - R_{H2M} = 23 - 14.5 = 8.5 \text{ mm.}$$

$$I_p'' = \frac{R_p - R_{H2M}}{\frac{R_p}{I_p} - 1} = \frac{(R_p - R_{H2M})I_p}{R_p - I_p} = \frac{(23 - 14.5) 4.8}{23 - 4.8} = 2.242 \text{ mm}$$

sehingga koordinat P'' adalah (8.5 ; 2.242).

Persamaan garis WL diperoleh melalui persamaan garis berikut ini:

$$Y = \frac{aX^2 + (b + a \cdot R_{H2M})X}{(1 - 2a)X + (1 - 2a)R_{H2M} - 2b} = \frac{-0.2875X^2 + (11.5 - 0.2875 \cdot 14.5)X}{(1 + 2 \cdot 0.2875)X + (1 + 2 \cdot 0.2875)14.5 - 2 \cdot 11.5}$$

$$Y = \frac{-0.2875X^2 + 7.33125X}{1.575X - 0.1625}$$

Kesimpulan akhir maka curah hujan standar berdasarkan metoda B, untuk peringatan:

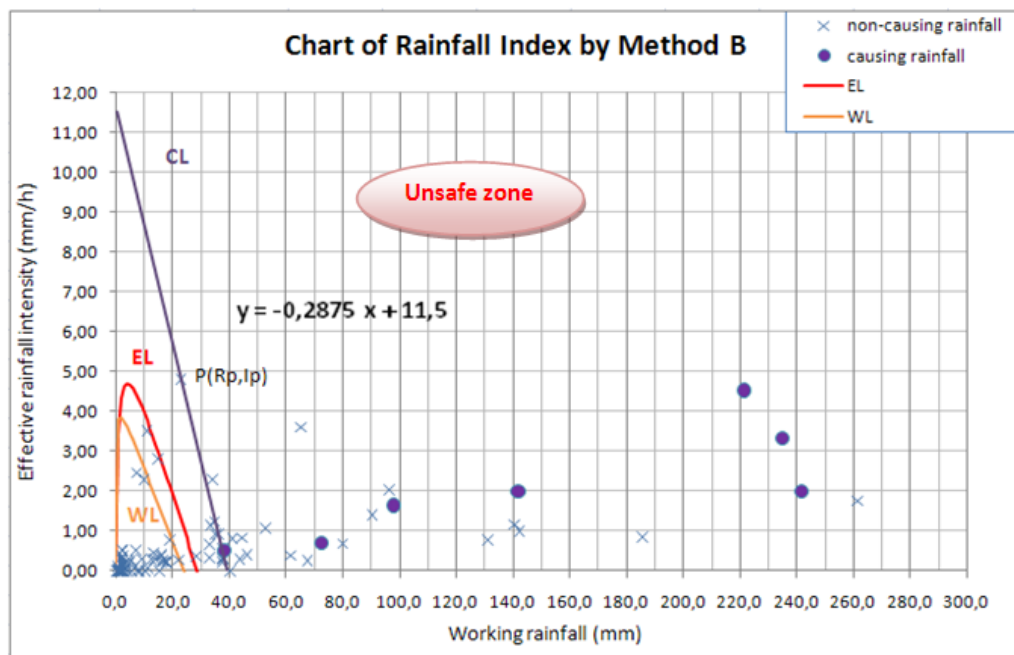
$$Y = \frac{-0.2875X^2 + 7.33125X}{1.575X - 0.1625}$$

dan curah hujan standar berdasarkan metoda B, untuk evakuasi:

$$Y = \frac{-0.2875X^2 + 8.71125X}{1.2875X + 0.98875}$$

dimana ( $X \geq R_U$ );  $R_U$  = batas nilai *working rainfall* yang umumnya tidak berpengaruh terhadap kejadian banjir bandang; dan Y adalah intensitas curah hujan efektif (mm/jam).

Dari hasil yang diperoleh tersebut, maka dapat digambarkan garis CL, EL, dan WL seperti pada gambar berikut ini.



Gambar F.6 - Hasil plot persamaan CL, EL, dan WL.

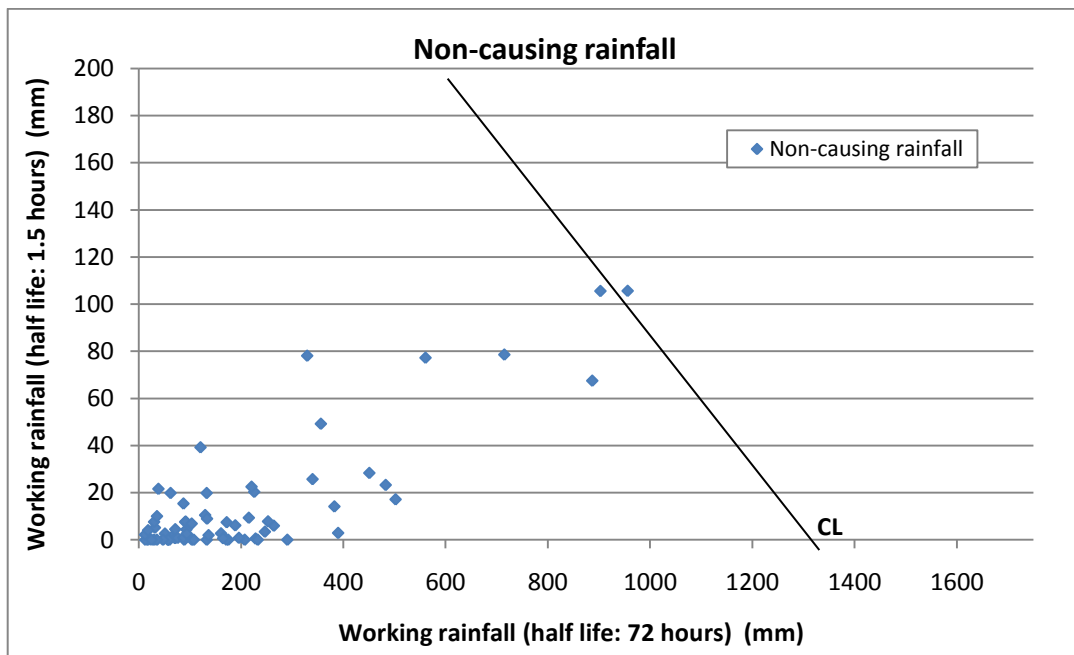
### F.5 Curah hujan standar metode Komite

Data kali Jompo yang merupakan data *non-causing rainfall* bereferensi pada posisi curah hujan maksimum dalam satu seri hujan. Tabel berikut ini memperlihatkan *working rainfall* T=72 jam dan T=1.5 dari data curah hujan kali Jompo. Nilai pada kolom keempat diperoleh dengan bereferensi pada posisi/waktu terjadinya curah hujan maksimum pada satu seri hujan yang ditunjukkan pada isi kolom ketiga (e).

**Tabel F.4 - Nilai *working rainfall* data curah hujan kali Jompo menggunakan metoda Komite**

(a) Ref. No.	(b) Continuous Rainfall (Rc)			(e) Maximum hourly rainfall of non-causing rain			Working rainfall for Committee method	
	mm	date start	date end	1hourly (mm)	2hourly (mm)	(date)	T = 1.5 h (12 h)	T = 72 h (574 h)
1	3	3/18/10 19:00	3/19/10 0:00	0.5	0	3/18/2010 19:00	0.00	#N/A
2	132.6	3/20/10 18:00	3/23/10 0:00	7.9	15.8	3/22/2010 17:00	3.02	#N/A
3	513.3	3/25/10 16:00	3/26/10 0:00	64.3	128.6	3/25/2010 18:00	39.23	120.68
4	5	3/29/10 18:00	3/30/10 0:00	0.8	1.6	3/29/2010 20:00	0.51	228.35
5	15.6	4/5/10 18:00	4/6/10 0:00	2.5	5	4/5/2010 21:00	2.61	51.18
6	3	4/10/10 19:00	4/11/10 0:00	0.5	1	4/10/2010 19:00	0.00	18.20
7	4.8	4/12/10 13:00	4/12/10 15:00	2.3	2.5	4/12/2010 14:00	0.13	15.65
8	8.8	4/13/10 17:00	4/15/10 0:00	0.8	1.6	4/14/2010 19:00	0.00	12.73
9	81.7	4/19/10 23:00	4/20/10 18:00	35.1	69.4	4/20/2010 0:00	21.61	38.36
10	99.1	4/21/10 21:00	4/23/10 17:00	16	32	4/21/2010 21:00	0.00	56.87
11	143	4/24/10 18:00	4/26/10 0:00	14	28	4/25/2010 20:00	10.48	129.75
12	12.5	4/27/10 15:00	4/28/10 20:00	8.1	8.1	4/28/2010 20:00	0.00	103.93
13	13.7	4/29/10 22:00	4/30/10 0:00	6.1	7.6	4/30/2010 0:00	4.37	93.01
14	134.9	5/2/10 15:00	5/3/10 0:00	14.2	28.4	5/2/2010 18:00	15.37	87.34
15	51.8	5/7/10 17:00	5/8/10 0:00	26.4	28.2	5/7/2010 18:00	1.13	64.09
16	711.7	5/9/10 7:00	5/11/10 18:00	175.3	350.6	5/11/2010 17:00	5.96	264.09
17	88.1	5/13/10 14:00	5/13/10 17:00	24.4	48	5/13/2010 17:00	28.36	450.85
18	36.7	5/15/10 4:00	5/16/10 8:00	4.8	9.4	5/15/2010 7:00	3.42	246.55
19	36.6	5/19/10 17:00	5/19/10 17:00	36.6	36.6	5/19/2010 17:00	0.00	132.92
20	22.5	5/20/10 19:00	5/21/10 18:00	4.6	9.2	5/21/2010 16:00	0.69	70.65
21	79.5	5/23/10 18:00	5/24/10 7:00	12.5	25	5/23/2010 20:00	7.58	90.64
22	214	5/25/10 17:00	5/27/10 0:00	23.1	46.2	5/26/2010 21:00	0.00	174.88
23	227.2	5/28/10 9:00	5/29/10 0:00	14.5	29	5/28/2010 10:00	6.11	188.64
24	430.9	5/31/10 14:00	6/2/10 0:00	17.5	35	5/31/2010 14:00	0.00	207.12
25	70.7	6/3/10 7:00	6/4/10 0:00	9.1	18	6/4/2010 0:00	14.14	382.51
26	243.7	6/7/10 18:00	6/8/10 0:00	39.9	79.8	6/7/2010 19:00	2.71	160.83
27	33.2	6/10/10 16:00	6/11/10 0:00	13.7	14.5	6/11/2010 0:00	9.34	215.16
28	53.1	6/15/10 16:00	6/17/10 0:00	8.1	16.2	6/16/2010 19:00	0.00	59.82
29	12.6	6/18/10 7:00	6/19/10 0:00	0.8	1.6	6/18/2010 13:00	0.80	75.90
30	187.8	6/24/10 6:00	6/27/10 0:00	7.4	14.8	6/24/2010 8:00	5.15	31.44
31	3.5	6/30/10 18:00	7/1/10 0:00	0.5	1	6/30/2010 18:00	0.00	57.44
32	3.5	7/3/10 18:00	7/4/10 0:00	0.5	1	7/3/2010 18:00	0.00	29.90
33	16.6	7/9/10 18:00	7/10/10 0:00	2.5	5	7/9/2010 20:00	2.16	12.21
34	124.7	7/11/10 18:00	7/13/10 0:00	8.4	16.8	7/11/2010 20:00	7.60	29.86
35	178.8	7/26/10 4:00	7/30/10 0:00	12.7	25	7/30/2010 0:00	19.84	132.71
36	7.8	8/3/10 19:00	8/4/10 0:00	1.3	2.6	8/3/2010 19:00	0.00	47.30
37	9.1	8/5/10 18:00	8/6/10 0:00	1.3	2.6	8/5/2010 18:00	0.00	35.32
38	32.1	8/9/10 21:00	8/10/10 0:00	13	23.9	8/10/2010 0:00	10.00	35.51
39	47.8	8/15/10 18:00	8/16/10 0:00	6.9	13.8	8/15/2010 19:00	4.03	18.11
40	4	8/19/10 17:00	8/20/10 0:00	0.5	1	8/19/2010 17:00	0.00	24.83
41	465.5	8/21/10 16:00	8/24/10 0:00	43.4	86.8	8/22/2010 17:00	19.84	62.14
42	112.2	8/30/10 16:00	8/31/10 0:00	12.5	25	8/30/2010 17:00	7.69	91.87
43	89.3	9/1/10 20:00	9/3/10 0:00	9.1	18.2	9/2/2010 20:00	8.94	133.38
44	8.4	9/4/10 22:00	9/5/10 0:00	2.8	5.6	9/4/2010 22:00	0.00	107.54
45	306.5	9/6/10 2:00	9/9/10 0:00	13.5	27	9/7/2010 22:00	20.33	225.75
46	77	9/10/10 15:00	9/12/10 17:00	9	18	9/11/2010 12:00	0.00	171.40
47	7	9/14/10 23:00	9/15/10 16:00	3	5	9/15/2010 15:00	0.00	88.83
48	379.1	9/16/10 18:00	9/20/10 22:00	15.5	30.4	9/20/2010 0:00	25.73	339.77
49	13.3	9/22/10 16:00	9/23/10 0:00	1.5	3	9/22/2010 17:00	0.82	195.80
50	148.1	9/24/10 14:00	9/25/10 0:00	14.5	29	9/24/2010 15:00	1.95	136.42
51	13.5	9/29/10 18:00	9/30/10 0:00	2	4	9/29/2010 19:00	0.94	87.25
52	82.3	10/3/10 16:00	10/2/10 0:00	9.4	18.8	10/1/2010 17:00	4.47	71.25
53	106.8	10/3/10 17:00	10/4/10 0:00	13.7	27.4	10/3/2010 18:00	6.87	103.40
54	370.7	10/5/10 17:00	10/11/10 0:00	17.5	35	10/10/2010 22:00	22.52	220.48
55	88.4	10/12/10 4:00	10/13/10 0:00	5.3	9.4	10/13/2010 0:00	7.80	252.74
56	825.2	10/15/10 2:00	10/18/10 0:00	68.1	136.2	10/16/2010 19:00	78.10	329.31
57	300.6	10/19/10 17:00	10/25/10 0:00	14.5	29	10/20/2010 19:00	2.90	389.83
58	25.3	10/26/10 14:00	10/27/10 0:00	2.3	4.6	10/26/2010 14:00	0.00	232.62
59	59.5	10/28/10 14:00	10/29/10 0:00	5.6	11.2	10/28/2010 19:00	7.44	171.89
60	965.7	10/30/10 13:00	11/1/10 18:00	50	100	10/31/2010 20:00	78.59	714.92
61	227	11/2/10 20:00	11/4/10 0:00	26.7	53.4	11/3/2010 19:00	17.15	502.22
62	1146.3	11/5/10 13:00	11/9/10 0:00	63.8	127.6	11/5/2010 23:00	105.64	956.09
63	310.4	11/14/10 16:00	11/15/10 0:00	35.1	70.2	11/14/2010 20:00	49.24	356.09
64	240.4	11/16/10 19:00	11/18/10 0:00	27.7	55.4	11/17/2010 17:00	0.00	290.51
65	19.3	11/22/10 14:00	11/24/10 0:00	1.5	3	11/22/2010 17:00	0.64	164.89
66	38.5	11/25/10 16:00	11/26/10 0:00	4.3	8.6	11/25/2010 17:00	2.58	93.72
67	1213.7	11/27/10 14:00	12/7/10 22:00	58.9	117.6	12/7/2010 21:00	77.25	560.74
68	373.9	12/9/10 9:00	12/14/10 0:00	14.7	29.4	12/11/2010 22:00	23.26	482.87
69	1440.8	12/15/10 2:00	12/24/10 0:00	66.6	132.7	12/20/2010 0:00	105.57	902.80
70	1607.7	12/25/10 15:00	1/1/11 0:00	48.8	96.6	1/1/2011 0:00	67.51	886.85

Dengan menggunakan nilai pada kolom keempat dari Tabel di atas, selanjutnya dibuat grafik X-Y yang diperlihatkan pada gambar di bawah ini. Untuk membantu dalam penarikan garis CL, kita menggunakan titik yang paling maksimum sebagai acuan.



Gambar F.7 - Grafik X-Y dari data *working rainfall* menggunakan metoda Komite

**Lampiran G**  
(informatif)  
**Contoh alat ukur**

Alat pengukur curah hujan harus dapat mengukur curah hujan harian secara *real time*. Jika alat ini tidak dapat terinstal dikarenakan alasan tertentu, kita tetap dapat mencoba memperoleh curah hujan harian dan intensitas curah hujan dengan menggunakan alat pengukur curah hujan sederhana buatan tangan. Berikut ini menjelaskan beberapa contoh alat pengukur curah hujan sederhana maupun yang modern secara elektronik.

**G.1 Alat pengukur curah hujan dari cangkir**

Metoda termudah pengukuran curah hujan adalah dengan menggunakan wadah dengan dasar berbentuk silinder, seperti tabung kaca tempat selai untuk mengumpulkan air hujan. Curah hujan dapat dihitung dengan mengukur kedalaman air dengan menggunakan penggaris.



**Gambar G. 1 – Contoh wadah gelas**

**G.2 Alat pengukur curah hujan dari botol plastik**

Bagian tengah botol dipotong dan bagian atas hasil potongan diletakkan terbalik di atas bagian bawah hasil potongan. Curah hujan (cm) dapat dihitung dengan membagi jumlah curah hujan ( $\text{cm}^3$ ) dengan luas dasar botol ( $\text{cm}^2$ ).



**Gambar G. 2 – Contoh botol plastik**

**G.3 Alat pengukur curah hujan dari tempat penampungan**

Air hujan yang dikumpulkan ke dalam botol penampungan dialirkan ke silinder pengukur, dan curah hujan dapat langsung terukur. Curah hujan tiap jam dapat juga diukur dengan mengukurnya tiap jam.





Gambar G. 3 – Contoh gelas ukur

#### G.4 Alat pengukur curah hujan modern (elektronik/digital)

Peralatan pengukur curah hujan yang lebih modern telah banyak ditemukan dan diinstal diberbagai tempat. Komponen peralatan pengukur curah hujan secara umum terbagi menjadi tiga komponen:

- tabung atau botol pengukur
- tempat penyimpanan data/data storage
- perangkat komunikasi data

Salah satu contoh dari alat pengukur curah hujan ini seperti yang diperlihatkan Gambar berikut ini:



Gambar G. 4 – Komponen alat pengukur curah hujan elektronik dan digital

Saat melakukan pengukuran curah hujan, berikut ini hal-hal yang perlu diperhatikan:

- selalu melakukan kalibrasi peralatan,
- pada waktu tertentu, cocokkan nilai yang tertera di tabung/botol pengamatan dengan nilai pada media penyimpanan data,
- pastikan sumber daya listrik berjalan dengan baik,
- pastikan tempat penyimpanan data tidak dalam kondisi full, sehingga data terekam dengan baik.

**G.5 Alat pengukur level ketinggian air**



**Gambar G. 5 – Contoh alat pengukur level ketinggian air**

Alat ini dipasang dipinggiran sungai yang menunjukkan apakah terjadi perubahan baik itu kenaikan maupun penurunan ketinggian level air akibat curah hujan yang deras ataupun karena terbentuknya bending alam di daerah aliran tertentu di sungai tersebut.

Bila telah didapatkan suatu standar peringatan sesuai dengan levelnya masing-masing, maka dapat dipasangkan alarm pada alat tersebut agar apabila ketinggian air telah mencapai level tertentu maka alarm secara otomatis akan berbunyi sebagai pengingat pada tim peringatan dini atau masyarakat.

**G.6 Alat pengukur keretakan tanah (*crack gauge*)**



**Gambar G. 6 – Contoh *crack gauge***

Alat ini ditancapkan ke dalam tanah di daerah yang diperkirakan rentan mengalami pergeseran tanah atau daerah tempat mendeteksi gejala alam bencana banjir bandang. Perubahan ketinggian atau pergeseran tanah akan terukur oleh pemberat yang menggantung pada alat dan akan terukur pada tiang.

Dikarenakan alat ini terpasang didaerah yang cukup terjal, maka pengamatannya dilakukan dalam waktu yang agak renggang. Namun pengamatan dilakukan lebih intensif pada musim hujan atau pada waktu-waktu tertentu ketika sering terdengarnya bunyi reruntuhan.

## Lampiran H (normatif) Langkah-langkah pembuatan SOP

### H.1 Persiapan

#### 1) Menentukan *stakeholders*

Untuk menentukan stakeholder yang akan dilibatkan dalam pembuatan SOP, dilakukan dengan :

1. Diskusi awal dengan Sekretaris Satlak dan kepala desa untuk menentukan calon peserta. Calon peserta antara lain dari aparat dan masyarakat. Aparat terdiri dari yang berwenang di tingkat kabupaten dan aparat tingkat pemerintahan lokal baik hulu (sumber) maupun hilir (terdampak). Sedangkan masyarakat pun dipilih dari masyarakat desa dari hulu maupun hilir.
2. Mengusulkan nama-nama calon peserta (hulu dan hilir) tersebut kepada pejabat berwenang.
3. Persetujuan pejabat berwenang dengan memberikan surat edaran untuk mengikuti kegiatan

#### 2) Membuat parameter kriteria pengamatan alat-alat peringatan dini bencana banjir bandang

Pembuatan parameter ini didasarkan dari informasi teknis mengenai beberapa peralatan pengamatan terkait peringatan dini bencana banjir bandang. Sebelumnya sudah diadakan pengumpulan informasi dahulu terkait parameter peralatan tersebut sehingga diperoleh parameter yang mendekati kejadian sebenarnya.

Parameter indikasi peralatan peringatan dini bencana banjir bandang sebagai contoh terdiri dari 3 macam, yaitu :

1. Alat penakar curah hujan
2. Alat Pengukur Ketinggian Air
3. Sensor Pengukur ketinggian Air
4. Alat Pengukur Ketinggian air

Berikut contoh parameter indikasi dan pengamatan alat-alat:

**Tabel H. 1 – Tingkat dan status sensor curah hujan dan sensor ketinggian air**

Tingkat	Status	Keterangan
1	Waspada	Memulai pengamatan/ Monitoring dengan Seksama
2	Siaga	Mulai menyampaikan Informasi
3	Awas	Mulai Mengungsi

**Tabel H. 2 – Tingkat dan status alat pengukur curah hujan (ARR)**

Hujan tiap jam	Akumulasi Hujan	Status	Keterangan
20 mm/jam	70 mm	Peringatan	Mulai menyampaikan informasi
50 mm/jam	100 mm	Pengungsian	Mulai mengungsi

**Tabel H. 3 – Tingkat dan status alat pengukur retakan**

Penambahan/Perpanjangan Ukuran	Status	Keterangan
2 mm/jam	Peringatan	Mulai menyampaikan informasi
Minimal 2 mm/jam berlanjut sampai 2 jam	Pengungsian	Mulai mengungsi



3) Membuat skenario kejadian bencana

Skenario kejadian bencana dibuat pada situasi kejadian pra, saat dan sesudah bencana. Skenario ini bertujuan untuk:

1. Memberikan gambaran kejadian bencana secara runtut dan utuh mulai pra, sesaat sebelum, saat dan sesudah.
2. Mempermudah menarik informasi dari stakeholder terkait aktivitas yang dilakukan berdasarkan urutan kejadian

**Tabel H. 4 – Contoh skenario kejadian bencana**

NO	Tanggal	Jam	Jam dalam skenario	rainfall data	rainfall data accumulated	Sensor curah hujan	Sensor ketinggian air	KONDISI LAPANGAN	Aktivitas
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	17 Oktober 2010	13:15	13:00	0	0	Lv0	Lv0	Kondisi mendung	
2		13:20	14:00	0	0	Lv0	Lv0	Kondisi mendung	
3		13:25	15:00	0	0	Lv0	Lv0	Kondisi mendung	
4		13:30	16:00	0	0	Lv0	Lv0	Mulai gerimis	
5		13:35	17:00	5	5	Lv0	Lv0	Mulai gerimis	
6		13:40	18:00	0	5	Lv0	Lv0	Hujan Gerimis mulai deras	
7		13:45	19:00	23	28	Lv0	Lv0	Hujan Gerimis mulai deras	
8		13:50	20:00	5	33	Lv1	Lv0	Hujan Gerimis mulai deras	
9		13:55	21:00	0	33	Lv1	Lv0	Hujan Gerimis mulai deras	
10		14:00	22:00	15	48	Lv1	Lv0	Hujan Deras	
11		14:05	23:00	30	78	Lv2	Lv1	Hujan Deras	
12		14:10	24:00	22	100	Lv3	Lv1	Hujan Deras	
13		14:15	01:00	9	109	Lv3	Lv2	Hujan Deras, pengukur keretakan tanah menunjukkan tanah mulai retak 2mm/hr	
14		14:20	02:00	14	123	Lv4	Lv2	Hujan Deras, pengukur keretakan tanah menunjukkan tanah mulai retak 4mm/hr	
15		14:25	03:00	20	143	Lv4	Lv3	Hujan Deras, pengukur keretakan tanah menunjukkan tanah mulai retak 9 mm/hr	
16		14:30	04:00	82	225	Lv5	Lv4	Hujan Deras, terjadi tanah longsor(skala kecil)	
17		14:35	05:00	52	277	Lv5	Lv5	Hujan Deras, pasir, batu, kayu mengalir turun	
18		14:40	06:00	24	301	Lv5	Lv5	Hujan mulai berkurang	
19		14:45	07:00	4	305	Lv5	Lv5	Hujan mulai berkurang	
20		14:50	08:00	0	305	Lv5	Lv5	Hujan reda	
21		14:55	09:00	0	305	Lv5	Lv5	Hujan reda (mulai survey dan tindakan kedaruratan)	

**H.2 Pelaksanaan kegiatan diskusi kelompok terfokus (*Focussed Group Discussion*)**

Diskusi kelompok terfokus adalah sebuah teknik pengumpulan data yang umumnya dilakukan untuk menggali informasi yang bersifat kualitatif dengan tujuan menemukan makna sebuah tema menurut pemahaman sebuah kelompok berdasarkan hasil diskusi yang terpusat pada suatu permasalahan tertentu dan untuk menghindari pemaknaan yang salah dari seorang peneliti terhadap fokus masalah yang diteliti.

Pelaksanaan FGD dilakukan dengan langkah penggalian permasalahan hingga diperoleh solusinya dilakukan dalam dua tahap, yaitu Tahap I dan tahap II (Gambar dibawah ini).



Gambar H. 1 – Proses penggalian permasalahan beserta solusinya

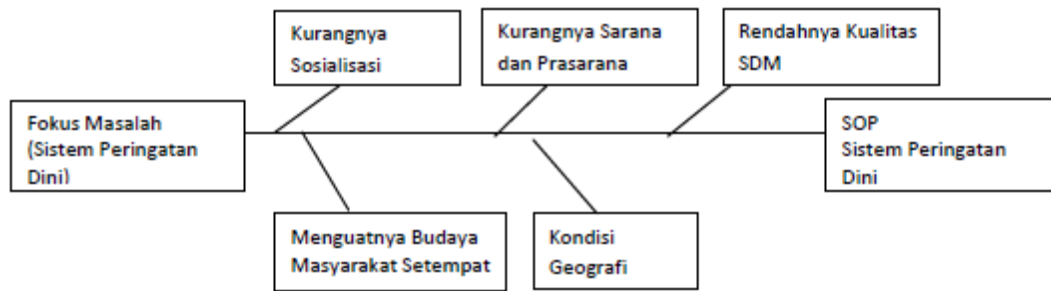
#### Tahap I : Teknik Sirip Ikan

- Fasilitator menjelaskan tentang apa yang akan dikerjakan dan untuk apa, serta memberikan arahan teknis tentang cara-cara pengerjaan. Misalnya memberi pertanyaan sederhana yang mudah dijawab seperti : “apakah keinginan peserta FGD terhadap kondisi ideal sistem peringatan dini telah tercapai ? apa yang menyebabkan kondisi yang diinginkan tersebut tidak tercapai?” Atau pertanyaan lain yang relevan dengan permasalahan sistem peringatan dini.
- Fasilitator membagikan sejumlah kartu kepada masing-masing partisipan/peserta FGD. Partisipan/peserta FGD diminta untuk menulis permasalahan dalam setiap kartu yang dibagikan. Berikan kesempatan atau waktu beberapa menit kepada partisipan/peserta FGD untuk menuliskan permasalahan terkait topik.
- Pastikan bahwa satu kartu hanya berisi satu isu/masalah saja. Tuliskan sebaiknya hanya mencantumkan kata-kata kunci dalam huruf kapital sehingga dapat dipahami dan dibaca partisipan lain
- Fasilitator dan co-fasilitator menampung semua kartu metacard permasalahan dan penyebab masalah

#### Tahap II : Teknik LFA

- Tim Peneliti dan partisipan/peserta FGD mendiskusikan keterkaitan antar masalah dan penyebab masalah menggunakan LFA diatas lembaran karton.
- Setiap isu yang diperoleh dari masyarakat dikelompokkan sehingga diperoleh masalah-masalah utama yang benar-benar terjadi (ada pada teknik sirip ikan).
- Kemudian masalah-masalah yang telah dikelompokkan tersebut cari logika keterkaitannya antar masalah. Dengan menyusun keterkaitan secara logis antar masalah, kemudian dapat ditentukan mana yang sebenarnya menjadi akar permasalahan dan fokus isu apa yang dianggap penting sebagai indikator terjadinya suatu masalah.
- Jumlah panah yang keluar dari suatu kotak opini menunjukkan tingkat prioritas akar masalah. Dengan arti lain, kotak opini masalah yang **panah keluarnya paling banyak** merupakan **akar masalah** yang paling prioritas.
- Sedangkan kotak opini yang merupakan arah masuk anak panah dengan frekuensi yang besar dan jumlah panah keluar dari kotak tersebut sedikit atau tidak ada merupakan isu pokok.

Contoh hasil kegiatan FGD menghasilkan kluster masalah sebagai berikut:



**Gambar H. 2 – Kluster masalah dengan metode sirip ikan**

Semua peserta FGD aktif di dalam menemukan akar masalah sampai menghasilkan solusi untuk memecahkan permasalahan dalam sistem peringatan dini.

Tabel H. 5 – Klaster masalah pada sistem peringatan dini bencana banjir bandang

Klaster	Isi
<b>Kurangnya Sosialisasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sosialisasi peringatan dini tidak sampai pada sasaran dan termasuk solusinya untuk penyelamatan,</li> <li>b. Kurangnya sosialisasi terhadap penanggulangan dini rawan banjir terhadap masyarakat,</li> <li>c. Instansi yang terkait dengan bencana alam harus banyak mengadakan simulasi utamanya masyarakat yang rawan bencana banjir,</li> <li>d. Sosialisasi kurang (masyarakat tidak tersentuh oleh sosialisasi, hanya beberapa orang saja yang tahu),</li> <li>e. Pada dasarnya instansi atau pemerintah lebih meningkatkan sosialisasi mengenai rawan banjir,</li> <li>f. Kurangnya informasi tentang peringatan dini,</li> <li>g. Kurang pemahamannya tanda-tanda peringatan dini,</li> <li>h. Tidak ada yang menggerakkan masyarakat,</li> <li>i. Masih banyak masyarakat di daerah rawan bencana yang kurang mengerti tentang peringatan dini karena kurangnya sosialisasi,</li> <li>j. Minimnya informasi peringatan dini,</li> <li>k. Kurangnya sosialisasi tentang penanggulangan bencana di pedesaan,</li> <li>l. Memberikan pemahaman kepada masyarakat yang berada di wilayah rawan bencana, agar memahami apa yang mengakibatkan terjadinya suatu bencana,</li> <li>m. Pengetahuan menghadapi persoalan yang menyangkut semua masyarakat diantara posko di desa,</li> <li>n. Petugas penyuluh lapangan rawan bencana untuk selalu memberi informasi,</li> <li>o. Kebingungan masyarakat saat terjadi bencana alam, kaitannya dengan pengungsian,</li> <li>p. Kurangnya peringatan akan datangnya banjir terutama dari daerah hulu.</li> </ul>
<b>Terbatasnya Sarana dan Prasarana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kurangnya peralatan dan informasi dari lokasi hulu ke lokasi hilir,</li> <li>b. Peralatan tidak memadai (peringatan dini menjadi tidak akurat, contohnya peringatan tsunami yang banyak meleset, sehingga orang jadi tidak akurat lagi),</li> <li>c. Pada daerah rawan banjir, posko-poskonya ditambah dan dijaga,</li> <li>d. Peralatan yang tidak memadai,</li> <li>e. Peralatan yang sangat minim atau tidak memadai antara lain, perahu karet, mobil, dll,</li> <li>f. Infrastruktur yang kurang memadai,</li> <li>g. Harus segera membunyikan kentongan yang sudah disosialisasikan,</li> <li>h. Segera mempersiapkan alat evakuasi untuk mengurangi korban bencana,</li> <li>i. Membangun akses jalan yang mudah dilalui ditempat-tempat yang rawan banjir,</li> <li>j. Tidak adanya alat transportasi,</li> <li>k. Perlu segera dalam bantuan logistic secepatnya, baik bantuan makanan maupun kesehatan,</li> <li>l. Lambatnya informasi tentang indicator-indikator yang akan terjadinya bencana,</li> <li>m. Kurang cepatnya penanganan apabila terjadi bencana alam secara mendadak,</li> </ul>
<b>Rendahnya Kualitas Sumber Daya Manusia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kurang kepedulian dari masyarakat,</li> <li>b. Tidak paham terhadap peringatan dini,</li> <li>c. Egoistis masyarakat,</li> <li>d. Tingkat pendidikan rendah sehingga pemahaman akan manfaat peringatan dini kurang,</li> <li>e. Kurang memahami penghijauan / pohon – pohon ditebangi (SDM rendah)</li> <li>f. SDM masyarakat yang rendah,</li> <li>g. Masyarakat SDM nya sangat rendah dan tidak pernah ada sosialisasi ke desa- desa mengenai bencana alam,</li> <li>h. Kurangnya kepedulian warga terhadap bencana,</li> <li>i. Masyarakat tidak tanggap (kurang tanggap) terhadap peringatan dini tentang bahaya banjir,</li> <li>j. Tingkat kesadaran masyarakat sangat kurang,</li> <li>k. Penanganan masyarakat perlu ditingkatkan misalnya keamanan dari SATLAK,</li> <li>l. Kurangnya kesadaran masyarakat akan bahaya di daerah aliran sungai,</li> <li>m. Kurang kesiagaan apart desa seperti RT/RW , kpala lingkungan dalam rangka memfasilitasi/mobilisasi masyarakat.</li> </ul>
<b>Keadaan Geografis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Daerah yang rawan banjir di karang pring kalijompo,</li> <li>b. Karena terpercilnya rumah-rumah penduduk.</li> </ul>
<b>Sosial Budaya</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kultur masyarakat yang relatif tidak waspada akan bahaya dampak banjir,</li> <li>b. Gejala (indicator) bencana alam yang dianggap biasa oleh masyarakat,</li> <li>c. Kultur masyarakat (nerima apa adanya) sehingga tidak mau dipindah ketempat yang aman.</li> </ul>

### H.3 Site watching

*Site watching* atau peninjau lapangan merupakan suatu kegiatan di lapang untuk melihat alat-alat pendeteksi awal banjir bandang.

Kegiatan *site watching* bertujuan untuk mengetahui kondisi riil di lapang serta alat-alat yang tersedia di masyarakat. Pada kegiatan ini dilakukan pengamatan tentang keberadaan alat-alat pengamatan seperti alat penakar curah hujan, pengukur ketinggian air, dan lain-lain serta keberadaan medan aliran sungai dari hulu hingga ke hilirnya.

Setelah *site watching*, para peserta mendiskusikan kembali hasil FGD yang dicocokkan dengan hasil observasi lapang untuk menyamakan persepsi.

### H.4 Table Top Exercise

*Table Top Exercise* (TTE) merupakan suatu kegiatan simulasi dalam ruangan yang dirancang untuk menguji kemampuan teoritis dari suatu kelompok untuk menanggapi kondisi banjir bandang.

Dalam implementasi kegiatan *Table Top Exercise* (TTE) berarti latihan tentang kemampuan *stakeholder* dalam menghadapi bencana. Konsep latihan tersebut dibuat dengan mengkondisikan bencana dalam kondisi sebenarnya dalam sebuah konsep yang telah dibuat sebelumnya yang berupa SOP.

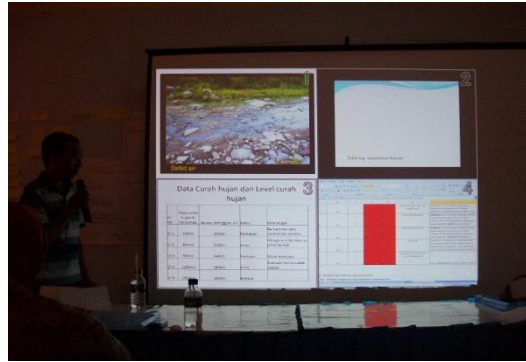
Salah satu keuntungan besar TTE adalah dapat memungkinkan *stakeholder* menguji suatu situasi hipotesis tanpa menimbulkan gangguan di masyarakat. TTE dalam sistem peringatan dini adalah kegiatan latihan untuk meningkatkan kemampuan masyarakat dan para pemangku kepentingan tentang sistem peringatan dini adanya bahaya.

#### 1) Persiapan

Konsep *Table Top Exercise* dipimpin oleh fasilitator yang menskenario latihan dari awal hingga akhir dengan difasilitasi peralatan yang membantu skenario yang dibuat adalah skenario curah hujan dan longsor.

Persiapan kegiatan difokuskan pada pengaturan tata letak peserta, pembagian tampilan skenario dalam empat layar, dan pembuatan skenario, dan gladi bersih seperti berikut:

- Tata letak peserta  
Untuk mencapai hasil optimal tata letak peserta diatur sedemikian rupa sehingga suara dan pandangan koordinator dapat dilihat oleh peserta.
- Tampilan skenario  
Untuk meningkatkan pemahaman peserta dan memudahkan peserta dibuat pembagian tampilan skenario dalam empat layar, yaitu:
  1. Layar pertama tentang peta rawan bencana, curah hujan, ketinggian air dan beberapa kondisi yang ada di dalamnya.
  2. Layar kedua, kondisi curah hujan dan akumulasi curah hujan
  3. Layar ketiga, tanda-tanda adanya curah hujan dan alam pada kondisi tertentu
  4. Layar empat, pencatatan hasil diskusi yang dibuat dalam SOP.



**Gambar H. 3 – Contoh tampilan skenario**

- Rencana skenario  
Pembuatan skenario didasarkan pada kondisi yang sebenarnya, tanda-tanda adanya curah hujan, tanda-tanda adanya tanah longsor. Bila kondisi simulasi yang terbatas, maka pembuatan skenario didasarkan pada waktu yang ada dengan asumsi satu jam dalam skenario sama dengan 5 menit kondisi simulasi atau dapat digunakan asumsi lainnya.

**Tabel H. 6 – Contoh skenario TTE sistem peringatan dini banjir bandang di Kalijompo**

No	Tanggal	Jam	Jam dalam skenario	Curah Hujan	Akumulasi Curah Hujan	Sensor curah hujan	Sensor ketinggian air	Kondisi Lapangan
1	17 Okt. 2010	13:15	13:00	0	0	Lv0	Lv0	Kondisi mendung
2		13:20	14:00	0	0	Lv0	Lv0	Kondisi mendung
3		13:25	15:00	0	0	Lv0	Lv0	Kondisi mendung
4		13:30	16:00	0	0	Lv0	Lv0	Mulai gerimis
5		13:35	17:00	5	5	Lv0	Lv0	Mulai gerimis
6		13:40	18:00	0	5	Lv0	Lv0	Hujan Gerimis mulai deras
7		13:45	19:00	23	28	Lv0	Lv0	Hujan Gerimis mulai deras
8		13:50	20:00	5	33	Lv1	Lv0	Hujan Gerimis mulai deras
9		13:55	21:00	0	33	Lv1	Lv0	Hujan Gerimis mulai deras
10		14:00	22:00	15	48	Lv1	Lv0	Hujan Deras
11		14:05	23:00	30	78	Lv2	Lv1	Hujan Deras
12		14:10	24:00	22	100	Lv3	Lv1	Hujan Deras
13		14:15	01:00	9	109	Lv3	Lv2	Hujan Deras, pengukur keretakan tanah menunjukkan tanah retak 2mm/hr
14		14:20	02:00	14	123	Lv4	Lv2	Hujan Deras, pengukur keretakan tanah menunjukkan tanah retak 4mm/hr
15		14:25	03:00	20	143	Lv4	Lv3	Hujan Deras, pengukur keretakan tanah menunjukkan tanah retak 9 mm/hr
16		14:30	04:00	82	225	Lv5	Lv4	Hujan Deras, terjadi tanah longsor (skala kecil)
17		14:35	05:00	52	277	Lv5	LV5	Hujan Deras, pasir, batu, kayu mengalir turun
18		14:40	06:00	24	301	Lv5	LV5	Hujan mulai berkurang
19		14:45	07:00	4	305	Lv5	LV5	Hujan mulai berkurang
20		14:50	08:00	0	305	Lv5	LV5	Hujan reda
21		14:55	09:00	0	305	Lv5	LV5	Hujan reda (mulai survei dan tindakan kedaruratan)

- Gladi bersih  
Gladi bersih dilakukan sebelum acara pelaksanaan *table top exercise* dimulai. Dalam gladi bersih peserta gladi dikondisikan pada keadaan *exercise* (simulasi) sebenarnya. Gladi bersih didahului dengan sedikit penjelasan dari koordinator gladi bersih tentang apa yang akan dilakukan nanti oleh peserta gladi meliputi hal-hal tentang:
  - a. Isi (*content*) dari masing-masing empat layar;
  - b. Parameter level peringatan dini alat-alat yang sudah di tinjau pada kegiatan *site watching*;
  - c. Cara kerja *Table Top Exercise* yang dipandu oleh pihak moderator.

### 2) Pelaksanaan

Pelaksanaan *TTE* dilakukan berdasarkan rencana simulasi yang sudah dibuat sesuai skenario waktu aktual. Peserta dipandu oleh moderator dalam memberikan informasi kegiatan yang dilakukan masing-masing *stakeholder*. Masing-masing *stakeholder* diberi kesempatan untuk menyampaikan kegiatan pada tiap fase dengan singkat, padat dan jelas.



**Gambar H. 4 – Contoh pelaksanaan TTE dengan menunjukkan peralatan peringatan dini pada kondisi tertentu**

Di dalam skenario tersebut juga didemonstrasikan beberapa alat antara lain penggunaan sensor pencatatan curah hujan lengkap dengan peragaannya. Peserta TTE juga memeragakan peralatan yang membantu untuk sistem peringatan dini berupa megaphone, *handy talky*.

### H.5 Pengolahan informasi dan analisa untuk penyusunan SOP

Data-data dan informasi yang berasal dari hasil FGD dan TTE dikumpulkan dan dipilah untuk menjadi bahan penyusunan SOP. Selain itu, juga diadakan *cross-check* dengan berbagai sumber untuk validasi data.

Data-data yang sudah terkumpul tersebut kemudian dianalisa untuk menjadi bagian dari materi penyusunan SOP. Bagian-bagian SOP disusun berdasarkan kerangka yang dapat mempermudah pembacaan dan pemahaman.

SOP yang sudah tersusun terus dievaluasi melalui berbagai cara, seperti FGD dan sosialisasi untuk proses penyempurnaannya.

**Lampiran I**  
(informatif)  
**Daftar singkatan**

Berikut ini merupakan daftar singkatan istilah yang digunakan dalam pedoman ini.

- BNPB  
Badan Nasional Penanggulangan Bencana
- BMKG  
Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
- BPBD  
Badan Penanggulangan Bencana Daerah
- BPPT  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- DAS  
Daerah Aliran Sungai
- ISO/IEC  
*International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission* (Organisasi Internasional untuk Standardisasi)
- JICA  
*Japan International Cooperation Agency* (Badan kerjasama Internasional Jepang)
- KTP  
Kartu Tanda Penduduk
- LAPAN  
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
- LSM  
Lembaga Swadaya Masyarakat
- Pemda  
Pemerintah Daerah
- PSN  
Pedoman Standardisasi Nasional
- PU  
Kementerian Pekerjaan Umum
- PVMB  
Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana
- SAR  
*Search and Rescue*
- SNI  
Standar Nasional Indonesia
- SOP  
*Standard Operational Procedure* (Prosedur Operasional Standar)
- UU  
Undang-Undang



## Bibliografi

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, *Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2006-2009*, Jakarta, 2006.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, *Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana 2010-2012*, Jakarta, 2010.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (<http://www.bppt.go.id>)
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), *Pengembangan Standar Nasional Indonesia*, 2007.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), *Adopsi Standar Internasional dan Publikasi Internasional lainnya Bagian 1: Adopsi Standar Internasional menjadi SNI (ISO/IEC Guide 21-1:2005, Regional or national adoption of International Standards and other International Deliverables – Part 1: Adoption of International Standards, MOD)*, 2007.
- Balai SABO Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, *Panduan pengoperasian sistem peringatan dini banjir debris berbasis masyarakat di sungai Jeneberang*, Yogyakarta, 2010.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, *Vulcanological Survey of Indonesia, Pengenalan gerakan tanah.* ([www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id))
- Departemen Infrastruktur dan Transportasi, *Guidelines for Development of Warning and Evacuation System Against Sediment Disasters in Developing Countries (Draft)*, Jepang, 2004.
- Departemen Infrastruktur dan Transportasi, *Procedure and examples of setting standard for critical rainfall for warning and evacuation from sediment-related disasters*, National Institute for Land and Infrastructure Management, Jepang, 2005.
- Departemen Pekerjaan Umum (PU) / JICA, *Guidelines for the Setting of Rainfall for Warning Issuance and Evacuation Instruction against Debris Flow Disaster (Tentative Draft)*, Jepang, 1984.
- Departemen Pekerjaan Umum (PU) / JICA, *Guideline for Overall Planning of Integrated Sediment-related Disaster Management (Tentative Draft)*, Jepang, 2006.
- Departemen Pekerjaan Umum (PU) / JICA, *Flash Flood and Debris Flow Disaster Prevention Manual*, Philippines, 2004.
- Departemen Sabo (Erosion and Sediment Control), *Sediment-related Disaster Warning and Evacuation Guidelines*, Jepang, 2007.
- Government of Germany / International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), *Developing Early Warning Systems : A Checklist the results of the Third International Conference on Early Warning (EWC III)*, Bonn, Germany, March 2006.
- Haryono Kusumosubroto, *Seminar Diseminasi Teknologi Sabo*, Semarang, Indonesia, 2006.
- Haryono Putro, *Paper Model Simulasi Hidrologi pada Kawasan Pengembangan Pemukiman sebagai Upaya Konservasi Air*, Universitas Gunadarma, Jakarta.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KamusBahasaIndonesia.org)

Kamus Istilah bidang Pekerjaan Umum, 2008.

Kementerian Pekerjaan Umum, *Petunjuk Pekerjaan SABO Pengenalan Bangunan Pengendali Sedimen (SABO Introduction)*, KemenPU, Yogyakarta, 2010.

Kementerian Pekerjaan Umum, *Petunjuk pekerjaan SABO Perencanaan bangunan pengendali sedimen*, KemenPU, Yogyakarta, 2010.

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (<http://www.geotek.lipi.go.id>)

Pemerintah Propinsi Jawa Timur, *Mitigasi Bencana Alam Banjir Bandang di Kabupaten Jember*, Jember, 2006.

Peraturan Kepala BNPB Nomor 4 Tahun 2008, *Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana*.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008, *Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana*.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2008, *Pengelolaan Sumber Daya Air*.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2010, *Bendungan*.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011, *Sungai*.

PROMISE Indonesia (Program for Hydro-Meteorological Risk Disaster Mitigation in Secondary Cities in Asia), *Banjir dan Upaya Penanggulangannya*, 2009.

Sea defence consultants / Royal Netherland Embassy, *Prosedur tetap untuk pengurangan risiko bencana banjir berbasis masyarakat di Aceh*, Aceh, November 2009.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004, *Sumber Daya Air*.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007, *Penanggulangan Bencana*.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007, *Penataan Ruang*.

Yayasan Pengabdian Masyarakat (YPM) / JICA, *Manual Evakuasi Darurat Bencana Banjir Bandang*, Jember, 2011.