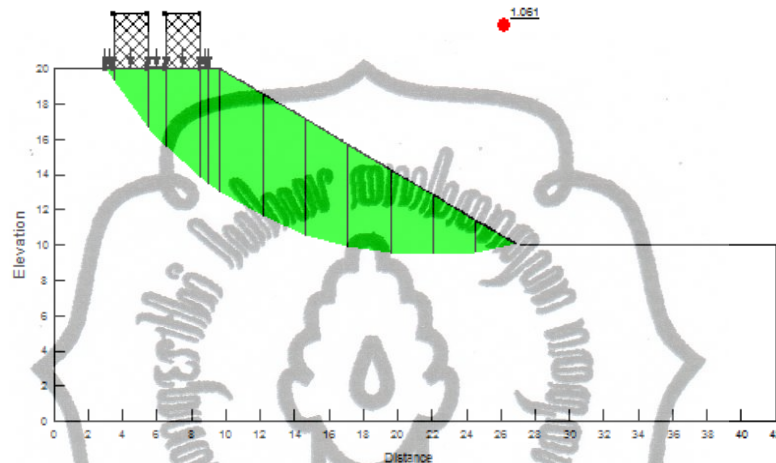


BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

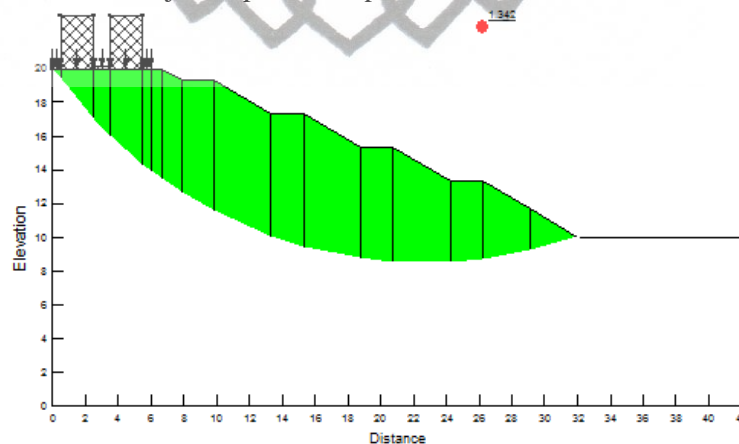
4.1. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan *Limit Equilibrium Method*

Pada penelitian ini menggunakan metode *limit equilibrium* dengan memasukkan parameter tanah meliputi γ_b , γ_{sat} , ϕ , dan c . Hasil output pemodelan lereng asli 30° ditambah beban lalu lintas Tipe 1 kondisi sebelum hujan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Analisis Lereng Kemiringan 30° Beban Lalu Lintas Tipe 1 Sebelum Hujan

Selanjutnya lereng 30° diberi terasering dengan penambahan beban lalu lintas Tipe 1 variasi XI pada kondisi sebelum hujan, dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Analisis Terasering Lereng Variasi XI Kemiringan 30° Beban Lalu Lintas Tipe 1 Sebelum Hujan

Variasi lereng yang digunakan pada gambar 4.2 adalah variasi IX dengan jumlah trap sebanyak 5 trap dengan ketinggian masing-masing trap nya sebesar 3,33 m ; 2 m; 2 m; 0,67 m.

commit to user

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil analisis pemodelan lereng pada semua variasi ditampilkan pada Tabel 4.1.

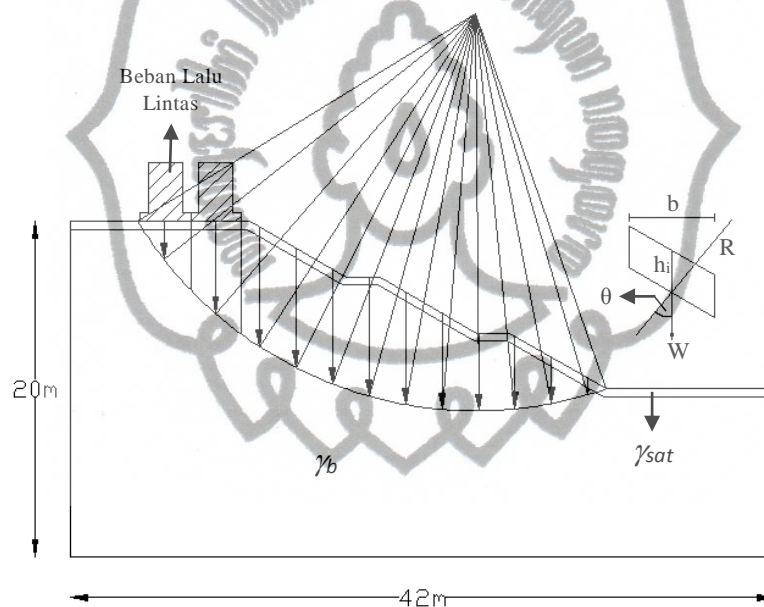
Tabel 4.1. Rekapitulasi Nilai *Safety Factor* Analisis Pemodelan lereng

Variasi	n trap	h trap	SF			
			Sebelum Hujan		Setelah Hujan	
			60°	30°	60°	30°
Eksisting	-	-	0.963	1.850	0.821	1.084
Eksisting (Tipe 1)	-	-	0.788	1.061	0.641	0.851
Eksisting (Tipe 2)			0.914	1.344	0.749	1.003
Eksisting (Tipe 3)			0.963	1.804	0.783	1.061
Variasi I (Tipe 1)	2	1/2H, 1/2H	0.837	1.124	0.732	0.885
Variasi I (Tipe 2)			1.005	1.436	0.858	1.045
Variasi I (Tipe 3)			1.116	1.960	0.931	1.165
Variasi II (Tipe 1)	3	1/3H, 1/3H	0.886	1.186	0.758	0.916
Variasi II (Tipe 2)			1.089	1.512	0.889	1.09
Variasi II (Tipe 3)			1.266	2.11	1.023	1.255
Variasi III (Tipe 1)	4	1/4H, 1/4H	0.933	1.249	0.786	0.949
Variasi III (Tipe 2)			1.156	1.589	0.921	1.136
Variasi III (Tipe 3)			1.415	2.262	1.108	1.345
Variasi IV (Tipe 1)	5	1/5H, 1/5H	0.983	1.317	0.817	0.983
Variasi IV (Tipe 2)			1.228	1.666	0.955	1.183
Variasi IV (Tipe 3)			1.563	2.406	1.163	1.427
Variasi V (Tipe 1)	3	1/2H, 1/3H	0.916	1.208	0.770	0.927
Variasi V (Tipe 2)			1.108	1.537	0.905	1.105
Variasi V (Tipe 3)			1.275	2.219	1.056	1.271
Variasi VI (Tipe 1)	3	1/2H, 1/4H	0.915	1.206	0.768	0.926
Variasi VI (Tipe 2)			1.107	1.535	0.897	1.101
Variasi VI (Tipe 3)			1.274	2.125	1.025	1.268
Variasi VII (Tipe 1)	4	1/2H, 1/5H	0.973	1.292	0.806	0.969
Variasi VII (Tipe 2)			1.209	1.639	0.941	1.157
Variasi VII (Tipe 3)			1.434	2.288	1.114	1.359
Variasi VIII (Tipe 1)	4	1/3H, 1/4H	0.949	1.267	0.796	0.957
Variasi VIII (Tipe 2)			1.179	1.61	0.929	1.145
Variasi VIII (Tipe 3)			1.423	2.273	1.113	1.35
Variasi XI (Tipe 1)	5	1/3H, 1/5H	1.018	1.342	0.830	1.002
Variasi XI (Tipe 2)			1.275	1.710	0.971	1.201
Variasi XI (Tipe 3)			1.581	2.431	1.177	1.435
Variasi X (Tipe 1)	5	1/4H, 1/5H	0.997	1.332	0.822	0.990
Variasi X (Tipe 2)			1.247	1.684	0.961	1.192
Variasi X (Tipe 3)			1.571	2.419	1.169	1.434

Gambar 4.2. menunjukkan kenaikan nilai *safety factor* secara signifikan, dapat dilihat pada Tabel 4.1. bahwa semua variasi dengan terasering mempunyai nilai lebih tinggi daripada lereng asli. Hal ini membuktikan bahwa penambahan terasering sangat berpengaruh terhadap perbaikan stabilitas lereng. Hasil gambar pemodelan lereng yang lain disajikan pada lampiran.

4.2 Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Bishop

Analisis stabilitas lereng pada penelitian ini menggunakan metode Bishop yaitu hasil bidang longsor kritis masing-masing tinjauan lereng dilakukan analisis menggunakan bantuan program. Bidang longsor kritis yang telah diperoleh kemudian dibagi menjadi beberapa pias seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pemodelan Bidang Gelincir Variasi II Tipe 1

Untuk mempermudah perhitungan metode Bishop maka akan dihitung menggunakan Tabel 4.2 Sebagai contoh perhitungan terasering 30° setelah hujan variasi 2 pada irisan nomor 1 :

Kolom 2	: Lebar irisan (b)	= 3,1792 m
Kolom 3	: Tinggi tiap irisan (h)	= 2,2798 m
Kolom 4	: Tinggi tebal tanah jenuh (h_{sat})	= 0,473 m
Kolom 5	: Sudut dari pusat irisan ke titik berat (θ)	= 71°
Kolom 6	: Beban Lalu lintas Tiap irisan	= 348, 4526 kN

Kolom 7 : Tekanan air pori tiap irisan (u)

$$\begin{aligned} u &= h_{\text{sat}} \times \gamma_w \\ u &= 0,473 \times 9,81 \\ u &= 4,64013 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Kolom 8 : Menentukan berat irisan tanah (W_1)

$$\begin{aligned} W_1 &= \gamma_b \times b \times h \\ &= 17,81 \times 3,1792 \times 2,2798 \\ &= 129,0858 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kolom 9 : Menentukan berat irisan tanah jenuh (W_2)

$$\begin{aligned} W_2 &= \gamma_{\text{sat}} \times b \times h_{\text{sat}} \\ &= 19,15 \times 3,1792 \times 0,473 \\ &= 28,797 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kolom 10 : Berat irisan beban lalu lintas (W_3)

$$\begin{aligned} W_3 &= q \times b \times l \\ &= 348,4526 \text{ kN/m}^2 \times 3,1792 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1107,801 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kolom 11 : Menentukan berat total irisan tanah (W_{tot})

$$\begin{aligned} W_{\text{tot}} &= W_1 + W_2 + W_3 \\ W_{\text{tot}} &= 129,0858 + 28,797 + 1107,801 \\ W_{\text{tot}} &= 1265,7 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kolom 12 : Menentukan nilai $\sin \theta_i$

$$\begin{aligned} \sin \theta_i &= \sin 71^\circ \\ &= 0,945681 \end{aligned}$$

Kolom 13 : Menentukan nilai $W_{\text{tot}} \sin \theta_i$

$$\begin{aligned} W_{\text{tot}} \times \sin \theta_i &= 1265,7 \text{ kN/m} \times 0,945681 \\ &= 1196,9 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kolom 14 : Menentukan nilai b.u

$$\begin{aligned} b .u &= 3,1792 \text{ m} \times 4,64013 \text{ kN/m}^2 \\ &= 14,7519 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kolom 15 : Menentukan nilai $W_{\text{tot}} - b.u$

$$\begin{aligned} W_{\text{tot}} - (b.u) &= 1265,7 \text{ kN/m} - (14,7519 \text{ kN/m}) \\ &= 1250,9 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kolom 16 : Menentukan nilai $(W_{\text{tot}} - b.u) \times \tan \varphi$

$$\begin{aligned} (W_{\text{tot}} - b.u) \times \tan \varphi &= (1250,9 \text{ kN/m}) \times \tan 37,47^\circ \\ &= 959,36 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kolom 17 : $(c \times b)$ $= 0 \times 3,1792 = 0 \text{ kN}$

Kolom 18 : kolom 16 + kolom 17 $= 959,36 \text{ kN}$

Kolom 19 : Menentukan nilai M_i

$$\begin{aligned} M_i &= \cos \theta_i \left(\frac{1 + \tan \theta_i \times \tan \varphi}{SF} \right) \\ &= \cos 71^\circ \left(\frac{1 + \tan \theta_i \times \tan \varphi}{SF} \right) \end{aligned}$$

Diambil nilai SF trial sebesar 0,916 sehingga didapatkan $M_i = 1,1169$

Kolom 20 : sama seperti pada kolom 18

Kolom 21 : Kolom 18 / Kolom 19 $= 858,98 \text{ kN}$

Kolom 22 : Kolom 18 / Kolom 19 $= 858,98 \text{ kN}$

Kolom 23 : Menghitung nilai SF dengan cara

$$SF 1 = \sum \text{kolom 21} / \sum \text{kolom 13} = 0,8555$$

$$SF 2 = \sum \text{kolom 22} / \sum \text{kolom 13} = 0,8555$$

Selanjutnya perhitungan irisan dilakukan dengan cara yang sama untuk pias yang lainnya. Perhitungan manual ini mengambil Variasi II tipe beban 1 kemiringan sudut 30° kondisi setelah hujan dengan nilai *safety factor* (SF) sebesar 0,8555. Tabel 4.2 merupakan tabel hasil perhitungan manual.

Tabel 4.2 Perhitungan Manual Berat Sendiri Lereng dan Beban Lalu Lintas pada Terasering 30° Variasi II Tipe 1 Kondisi Setelah Hujan

No Irisan	b	h1	hsat	θi	beban lalu lintas	u	W1 = ½bh1	W2 = ½sat.b.hsa	W3= surcharg	Wtotal	sin θi	Wtot.sin θi	b u	Wtot-bu	(Wtot-bu)tgphi	c'b	(16+17)	Mi		(18):(19)		SF		
	m	m	m		kN		kN	kN	kN	kN		kN	kN	kN	kN	kN	SF1	SF2	SF1	SF2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	3.1792	2.2798	0.473	71	348.4526	4.64013	129.0858	28.79703	1107.801	1265.683	0.945681	1196.933	14.7519	1250.931	959.3561	0	959.3561	1.11686	1.11686	858.9762	858.9762	SF 1		
2	3	5.5174	0.473	60	348.4526	4.64013	294.7947	27.17385	1045.358	1367.326	0.866236	1184.427	13.92039	1353.406	1037.945	0	1037.945	1.224884	1.224884	847.3825	847.3825	0.855504		
3	2.182	7.1288	0.473	52	0	4.64013	277.0353	19.76445	0	296.7997	0.788236	233.9481	10.12476	286.675	219.8549	0	219.8549	1.275317	1.275317	172.3923	172.3923			
4	2.182	7.1308	0.473	46	0	4.64013	277.113	19.76445	0	296.8775	0.719564	213.6224	10.12476	286.7527	219.9145	0	219.9145	1.296875	1.296875	169.5726	169.5726			
5	2.182	6.8468	0.473	40	0	4.64013	266.0764	19.76445	0	285.8408	0.643003	183.7965	10.12476	275.7161	211.4503	0	211.4503	1.304213	1.304213	162.1287	162.1287			
6	2.182	7.0947	0.473	35	0	4.64013	275.7101	19.76445	0	295.4746	0.573778	169.5368	10.12476	285.3498	218.8386	0	218.8386	1.299402	1.299402	168.4149	168.4149	SF 2		
7	2.182	6.7107	0.473	29	0	4.64013	260.7873	19.76445	0	280.5518	0.484988	136.0642	10.12476	270.427	207.3941	0	207.3941	1.280573	1.280573	161.9541	161.9541	0.855504		
8	2.182	5.7413	0.473	24	0	4.64013	223.1151	19.76445	0	242.8795	0.406891	98.82541	10.12476	232.7548	178.5027	0	178.5027	1.254143	1.254143	142.3305	142.3305			
9	2.182	4.6435	0.473	19	0	4.64013	180.453	19.76445	0	200.2175	0.325694	65.20969	10.12476	190.0927	145.7846	0	145.7846	1.21816	1.21816	119.6761	119.6761			
10	2.182	4.349	0.473	14	0	4.64013	169.0083	19.76445	0	188.7728	0.242017	45.68628	10.12476	178.648	137.0075	0	137.0075	1.172899	1.172899	116.811	116.811			
11	2.182	2.7708	0.473	8	0	4.64013	107.6772	19.76445	0	127.4417	0.139229	17.74354	10.12476	117.3169	89.97191	0	89.97191	1.106828	1.106828	81.28804	81.28804			
12	2.182	0.9798	0.473	3	0	4.64013	38.07642	19.76445	0	57.84087	0.052357	3.028374	10.12476	47.7161	36.59412	0	36.59412	1.042464	1.042464	35.10349	35.10349			
Total												3548.821										3036.03	3036.03	

4.3 Pembahasan

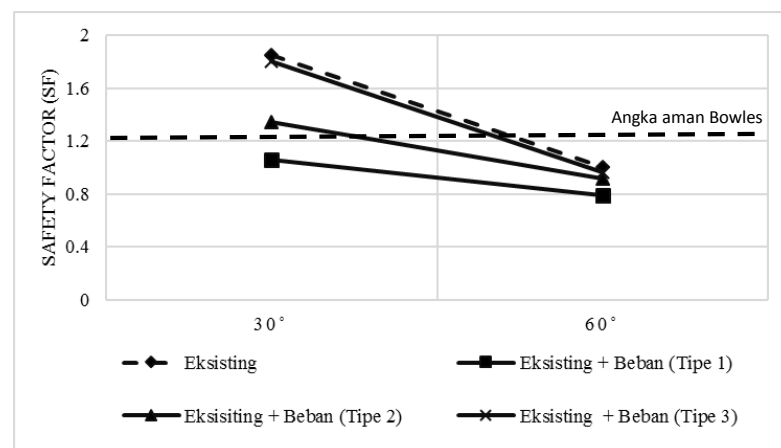
Pembahasan pada penelitian ini memfokuskan pada hubungan antara masing-masing variasi yaitu kemiringan lereng, kondisi sebelum dan setelah hujan pada lereng, jumlah trap terasering, tipe pembebanan lalu lintas dengan nilai *safety factor* (SF) yang telah dianalisis. Hasil dari analisis tersebut kemudian digambarkan dalam bentuk grafik.

4.3.1. Hubungan Antara Variasi Kemiringan Lereng Terhadap Nilai *Safety Factor* (SF)

Analisis pada penelitian ini menggunakan variasi kemiringan lereng sudut 30° dan 60° tanpa terasering dengan penambahan beban lalu lintas tipe satu, dua, dan tiga. Gambar 4.4 menunjukkan analisis pada kondisi sebelum hujan dan Gambar 4.5 menunjukkan analisis pada kondisi setelah hujan.

Tabel 4.3 Nilai *Safety Factor* Kemiringan Lereng sudut 30° dan 60° pada Kondisi Sebelum Hujan

Kondisi	Variasi	SF	
		30°	60°
Sebelum Hujan	Eksisting	1.85	1.003
	Eksisting (Tipe 1)	1.061	0.788
	Eksisting (Tipe 2)	1.344	0.914
	Eksisting (Tipe 3)	1.804	0.963

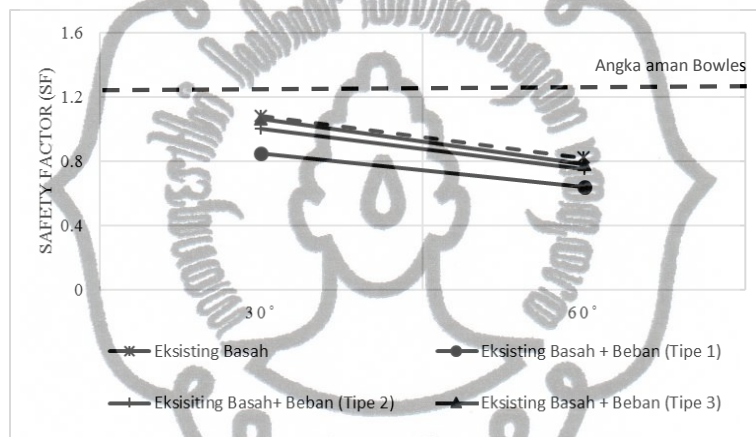


Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai *Safety Factor* (SF) Pada Kemiringan 30° Dan 60° Kondisi Sebelum Hujan.

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa kemiringan lereng eksisting + beban (Tipe 1) 60° memiliki nilai *safety factor* (SF) terendah sebesar 0,788 dan nilai *safety factor* (SF) tertinggi dimiliki oleh kemiringan lereng eksisting 30° sebesar 1,850.

Tabel 4.4 Nilai *Safety Factor* Kemiringan Lereng sudut 30° dan 60° pada Kondisi Setelah Hujan

Kondisi	Variasi	SF	
		30°	60°
Setelah Hujan	Eksisting	1.084	0.821
	Eksisting (Tipe 1)	0.851	0.641
	Eksisting (Tipe 2)	1.003	0.749
	Eksisting (Tipe 3)	1.061	0.783



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai *Safety Factor* (SF) Pada Kemiringan 30° Dan 60° Kondisi Setelah Hujan.

Lereng eksisting + beban (Tipe 1) kemiringan 60° mempunyai nilai *safety factor* (SF) paling rendah sebesar 0,641 dan lereng eksisting kemiringan 30° mempunyai nilai *safety factor* (SF) paling tinggi sebesar 1,084.

Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa kemiringan lereng mempengaruhi nilai *safety factor* (SF) dari lereng tersebut, karena semakin kecil sudut kemiringan lereng maka lereng semakin aman. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *safety factor* (SF) pada semua lereng 30° lebih tinggi jika dibandingkan dengan lereng 60°. Variasi beban lalu lintas yang dimodelkan juga mengurangi nilai *safety factor* (SF) pada lereng. Selain dua faktor diatas kondisi hujan sangat berpengaruh terhadap penurunan nilai *safety factor* (SF) dapat dilihat pada Gambar 4.5 dalam kondisi hujan tidak ada variasi lereng yang berada diatas garis batas

Angka Aman Bowles. Infiltrasi air hujan akan menyebabkan berat volume tanah menjadi bertambah sehingga beban lereng menjadi bertambah. Hal ini sesuai dengan teori faktor-faktor ketidakstabilan suatu lereng menurut Varnes (1958) dalam Bimoseno (2006) pada Bab 2, sub Bab 2.2.2. Stabilitas Lereng yaitu terjadinya pengurangan tahanan geser yang disebabkan oleh meningkatnya tekanan air pori yang mengurangi tegangan efektif (infiltrasi air hujan ke dalam lereng).

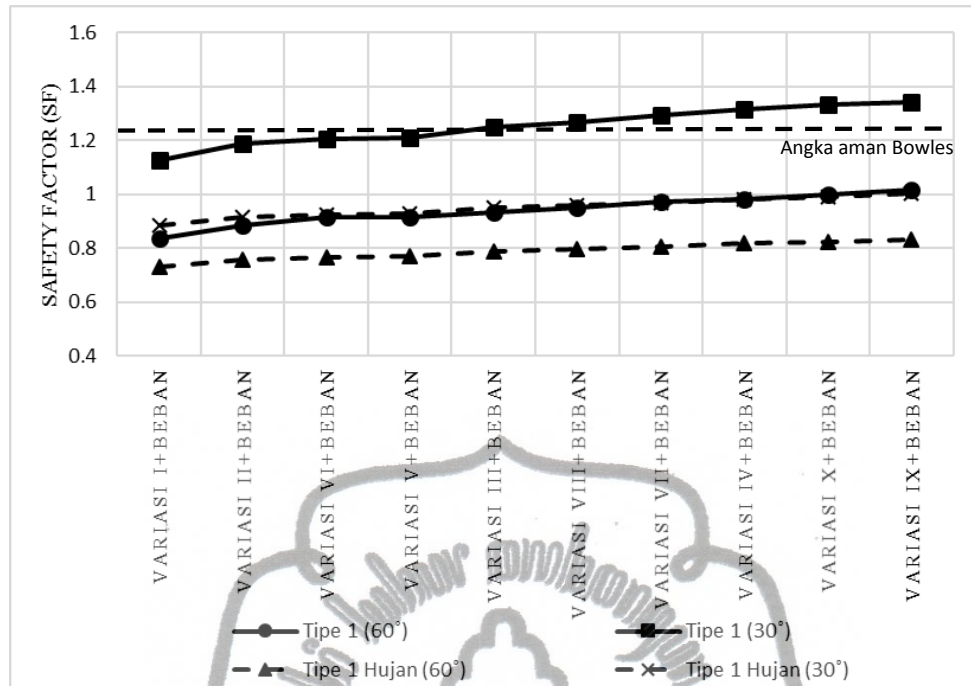
Semakin besar kemiringan sudut lereng semakin besar pula daya dorong disebabkan meningkatnya tegangan geser berbanding tebal dengan tegangan normal berupa kekuatan penahan. Selain itu adanya beban dinamis juga akan berpengaruh terhadap besarnya sudut kemiringan lereng tersebut. Didaerah yang mempunyai pengaruh beban dinamis yang tinggi, maka sudut kemiringan lerengnya harus lebih kecil jika dibandingkan dengan daerah yang beban dinamisnya rendah. Beban dinamis yang dibahas dalam penelitian ini merupakan beban dinamis kendaraan lalu lintas.

4.3.2. Hubungan Nilai *Safety Factor* (SF) dengan Jumlah Trap Variasi Terasering pada Kemiringan 60° dan 30° Sebelum Hujan

Terasering pada penelitian ini menggunakan 10 variasi jumlah trap yang berbeda-beda seperti ditunjukkan pada Tabel 4.5, Tabel 4.6, Tabel 4.7, Hubungan nilai *safety factor* (SF) dengan jumlah trap variasi terasering pada kemiringan 60° dan 30° sebelum hujan dianalisis setiap tipe pembebanan. Penelitian menggunakan 3 tipe pembebanan lalu lintas seperti yang sudah dijelaskan pada Bab 3.

Tabel 4.5 Data Variasi Jumlah Trap Terasering Pembebanan Lalu Lintas Tipe 1 Sebelum dan Setelah Hujan

Kondisi	Variasi	n trap	h trap	Tinggi Lapis ke-n (m)					SF	
				1	2	3	4	5	60°	30°
Sebelum Hujan	Variasi I+beban	2	1/2H, 1/2H	5.00	5.00	-	-	-	0.837	1.124
	Variasi II+beban	3	1/3H, 1/3H	3.33	3.33	3.33	-	-	0.886	1.186
	Variasi VI+beban	3	1/2H, 1/4H	5.00	2.5	2.5	-	-	0.915	1.206
	Variasi V+beban	3	1/2H, 1/3H	5.00	3.33	1.67	-	-	0.916	1.208
	Variasi III+beban	4	1/4H, 1/4H	2.5	2.5	2.5	2.5	-	0.933	1.249
	Variasi VIII+beban	4	1/3H, 1/4H	3.33	2.5	2.5	1.67	-	0.949	1.267
	Variasi VII+beban	4	1/2H, 1/5H	5.00	2.00	2.00	1.00	-	0.973	1.292
	Variasi IV+beban	5	1/5H, 1/5H	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.983	1.317
	Variasi X+beban	5	1/4H, 1/5H	2.5	2.00	2.00	2.00	1.5	0.997	1.332
Setelah Hujan	Variasi IX+beban	5	1/3H, 1/5H	3.33	2.00	2.00	2.00	0.67	1.018	1.342
	Variasi I+beban	2	1/2H, 1/2H	5.00	5.00	-	-	-	0.732	0.885
	Variasi II+beban	3	1/3H, 1/3H	3.33	3.33	3.33	-	-	0.758	0.916
	Variasi VI+beban	3	1/2H, 1/4H	5.00	2.5	2.5	-	-	0.768	0.926
	Variasi V+beban	3	1/2H, 1/3H	5.00	3.33	1.67	-	-	0.770	0.927
	Variasi III+beban	4	1/4H, 1/4H	2.5	2.5	2.5	2.5	-	0.786	0.949
	Variasi VIII+beban	4	1/3H, 1/4H	3.33	2.5	2.5	1.67	-	0.796	0.957
	Variasi VII+beban	4	1/2H, 1/5H	5.00	2.00	2.00	1.00	-	0.806	0.969
	Variasi IV+beban	5	1/5H, 1/5H	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.817	0.983
	Variasi X+beban	5	1/4H, 1/5H	2.5	2.00	2.00	2.00	1.5	0.822	0.990
	Variasi IX+beban	5	1/3H, 1/5H	3.33	2.00	2.00	2.00	0.67	0.830	1.002



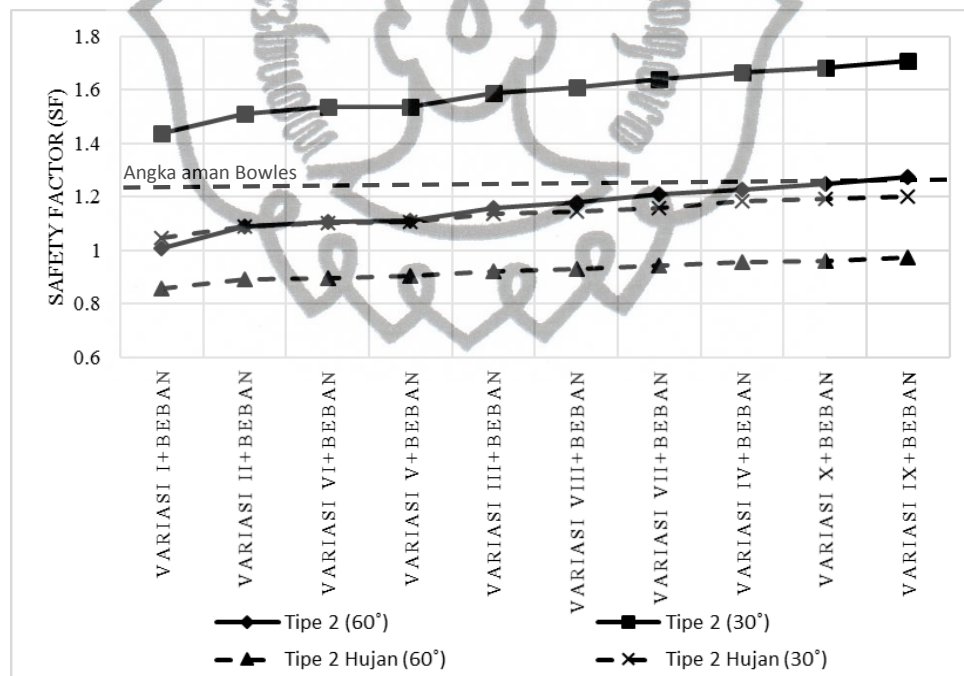
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Nilai *Safety Factor* (SF) dengan Variasi Jumlah Trap dan Beban Tipe 1 Kemiringan 60° dan 30° Sebelum Hujan dan Setelah Hujan

Melihat dari Gambar 4.6 Kondisi sebelum hujan nilai *safety factor* (SF) terendah sebesar 0,837 terdapat pada Variasi I kemiringan lereng 60° dengan jumlah trap sebanyak 2. Nilai *safety factor* (SF) tertinggi sebesar 1,342 dimiliki oleh Variasi XI kemiringan lereng 30° dengan jumlah trap sebanyak 5. Pada kondisi setelah hujan nilai *safety factor* (SF) terendah sebesar 0,732 terdapat pada Variasi I kemiringan lereng 60° dengan jumlah trap sebanyak 2. Nilai *safety factor* (SF) tertinggi sebesar 1,002 dimiliki oleh Variasi XI kemiringan lereng 30° dengan jumlah trap sebanyak 5.

Hasil pemodelan pada variasi beban lalu lintas tipe 1 yang melewati batas garis Angka Aman Bowles hanya pada kemiringan lereng 30° sebelum hujan yaitu Variasi III sebesar 1,249 ; Variasi VIII sebesar 1,267 ; Variasi VII sebesar 1,292 ; Variasi IV sebesar 1,317 ; Variasi X sebesar 1,332 ; dan Variasi IX sebesar 1,342. Sedangkan untuk kondisi setelah hujan semua variasi kemiringan lereng tidak ada yang melewati batas garis Angka Aman Bowles.

Tabel 4.6 Data Variasi Jumlah Trap Terasering Pembebanan Lalu Lintas Tipe 2 Sebelum Hujan dan Setelah Hujan

Kondisi	Variasi	n trap	h trap	Tinggi Lapis ke-n (m)					SF	
				1	2	3	4	5	60°	30°
Sebelum Hujan	Variasi I+beban	2	1/2H, 1/2H	5.00	5.00	-	-	-	1.005	1.436
	Variasi II+beban	3	1/3H, 1/3H	3.33	3.33	3.33	-	-	1.089	1.512
	Variasi VI+beban	3	1/2H, 1/4H	5.00	2.5	2.5	-	-	1.107	1.535
	Variasi V+beban	3	1/2H, 1/3H	5.00	3.33	1.67	-	-	1.108	1.537
	Variasi III+beban	4	1/4H, 1/4H	2.5	2.5	2.5	2.5	-	1.156	1.589
	Variasi VIII+beban	4	1/3H, 1/4H	3.33	2.5	2.5	1.67	-	1.179	1.61
	Variasi VII+beban	4	1/2H, 1/5H	5.00	2.00	2.00	1.00	-	1.209	1.639
	Variasi IV+beban	5	1/5H, 1/5H	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.228	1.666
	Variasi X+beban	5	1/4H, 1/5H	2.5	2.00	2.00	2.00	1.5	1.247	1.684
Setelah Hujan	Variasi IX+beban	5	1/3H, 1/5H	3.33	2.00	2.00	2.00	0.67	1.275	1.710
	Variasi I+beban	2	1/2H, 1/2H	5.00	5.00	-	-	-	0.858	1.045
	Variasi II+beban	3	1/3H, 1/3H	3.33	3.33	3.33	-	-	0.889	1.09
	Variasi VI+beban	3	1/2H, 1/4H	5.00	2.5	2.5	-	-	0.897	1.101
	Variasi V+beban	3	1/2H, 1/3H	5.00	3.33	1.67	-	-	0.905	1.105
	Variasi III+beban	4	1/4H, 1/4H	2.5	2.5	2.5	2.5	-	0.921	1.136
	Variasi VIII+beban	4	1/3H, 1/4H	3.33	2.5	2.5	1.67	-	0.929	1.145
	Variasi VII+beban	4	1/2H, 1/5H	5.00	2.00	2.00	1.00	-	0.941	1.157
	Variasi IV+beban	5	1/5H, 1/5H	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.955	1.183
	Variasi X+beban	5	1/4H, 1/5H	2.5	2.00	2.00	2.00	1.5	0.961	1.192
	Variasi IX+beban	5	1/3H, 1/5H	3.33	2.00	2.00	2.00	0.67	0.971	1.201



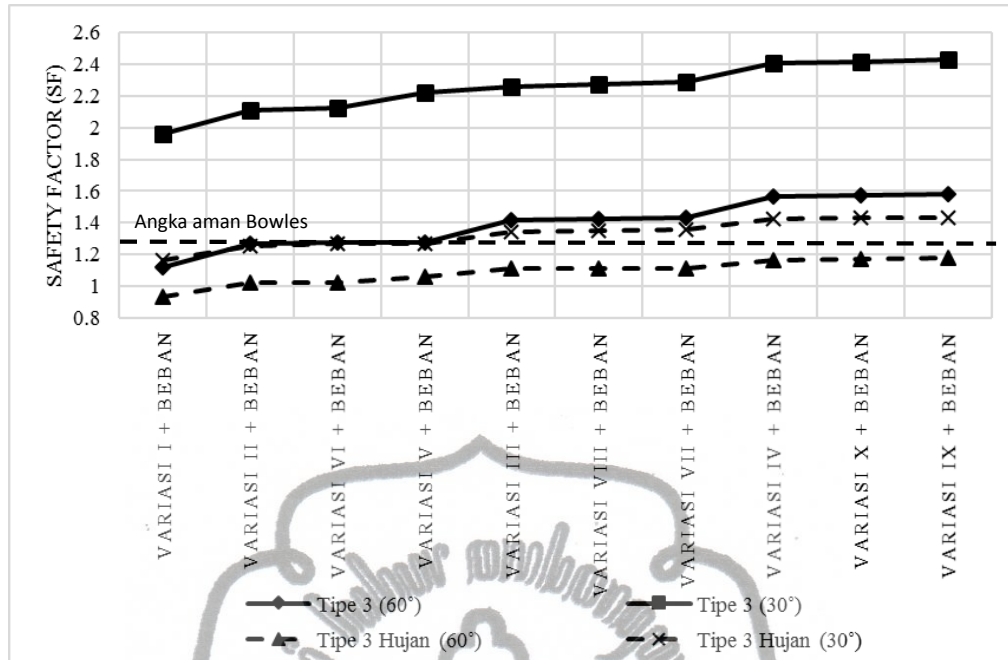
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Nilai *Safety Factor* (SF) Dengan Variasi Jumlah Trap Dan Beban Tipe 2 Kemiringan 60° Dan 30° Sebelum Hujan Dan Setelah Hujan

Gambar 4.7 menunjukkan grafik pengaruh jumlah trap pada lereng dengan pembebanan tipe 2. Pada kondisi sebelum hujan nilai *safety factor* (SF) tertinggi terjadi pada Variasi XI kemiringan lereng 30° sebesar 1,710 dan nilai *safety factor* (SF) terendah sebesar 1,005 pada Variasi I kemiringan lereng 60°. Kondisi yang sama juga berlaku setelah hujan, nilai *safety factor* (SF) tertinggi sebesar 1,201 terdapat pada Variasi IX kemiringan lereng 30° dengan jumlah trap sebanyak 5 dan nilai *safety factor* (SF) terendah sebesar 0,858 dimiliki oleh Variasi I kemiringan lereng 60° dengan jumlah trap sebanyak 2.

Semua variasi terasering pada beban lalu lintas tipe 2 kondisi sebelum hujan kemiringan lereng 30° menunjukkan lereng relatif stabil karena berada diatas garis batas nilai *safety factor* (SF) Angka Aman Bowles, untuk kemiringan lereng 60° pada kondisi sebelum hujan dan setelah hujan tidak memenuhi syarat Angka Aman Bowles, begitu juga dengan kondisi setelah hujan kemiringan lereng 30° masih dibawah garis batas Angka Aman Bowles sehingga lereng berpotensi terjadi longsor.

Tabel 4.7 Data Variasi Jumlah Trap Terasering Pembebanan Lalu Lintas Tipe 3 Sebelum Hujan dan Setelah Hujan

Kondisi	Variasi	n trap	h trap	Tinggi Lapis ke-n (m)					SF	
				1	2	3	4	5	60°	30°
Sebelum Hujan	Variasi I+beban	2	1/2H, 1/2H	5.00	5.00	-	-	-	1.116	1.96
	Variasi II+beban	3	1/3H, 1/3H	3.33	3.33	3.33	-	-	1.266	2.11
	Variasi VI+beban	3	1/2H, 1/4H	5.00	2.5	2.5	-	-	1.274	2.125
	Variasi V+beban	3	1/2H, 1/3H	5.00	3.33	1.67	-	-	1.275	2.219
	Variasi III+beban	4	1/4H, 1/4H	2.5	2.5	2.5	2.5	-	1.415	2.262
	Variasi VIII+beban	4	1/3H, 1/4H	3.33	2.5	2.5	1.67	-	1.423	2.273
	Variasi VII+beban	4	1/2H, 1/5H	5.00	2.00	2.00	1.00	-	1.434	2.288
	Variasi IV+beban	5	1/5H, 1/5H	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.563	2.406
	Variasi X+beban	5	1/4H, 1/5H	2.5	2.00	2.00	2.00	1.5	1.571	2.419
Setelah Hujan	Variasi IX+beban	5	1/3H, 1/5H	3.33	2.00	2.00	2.00	0.67	1.581	2.431
	Variasi I+beban	2	1/2H, 1/2H	5.00	5.00	-	-	-	0.931	1.165
	Variasi II+beban	3	1/3H, 1/3H	3.33	3.33	3.33	-	-	1.023	1.255
	Variasi VI+beban	3	1/2H, 1/4H	5.00	2.5	2.5	-	-	1.025	1.268
	Variasi V+beban	3	1/2H, 1/3H	5.00	3.33	1.67	-	-	1.056	1.271
	Variasi III+beban	4	1/4H, 1/4H	2.5	2.5	2.5	2.5	-	1.108	1.345
	Variasi VIII+beban	4	1/3H, 1/4H	3.33	2.5	2.5	1.67	-	1.113	1.35
	Variasi VII+beban	4	1/2H, 1/5H	5.00	2.00	2.00	1.00	-	1.114	1.359
	Variasi IV+beban	5	1/5H, 1/5H	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.163	1.427
	Variasi X+beban	5	1/4H, 1/5H	2.5	2.00	2.00	2.00	1.5	1.169	1.434
	Variasi IX+beban	5	1/3H, 1/5H	3.33	2.00	2.00	2.00	0.67	1.177	1.435



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Nilai *Safety Factor* (SF) Dengan Variasi Jumlah Trap Dan Beban Tipe 3 Kemiringan 60° Dan 30° Sebelum Hujan Dan Setelah Hujan

Pada Tabel 4.7 Dan Gambar 4.8 Dapat dilihat bahwa variasi terasering dengan pembebanan tipe 3 kondisi sebelum hujan nilai *safety factor* (SF) terendah terjadi di Variasi I kemiringan lereng 60° sebesar 1,116 dan Variasi XI kemiringan lereng 30° sebesar 2,431 adalah nilai *safety factor* (SF) tertinggi. Nilai *safety factor* (SF) terendah pada kondisi hujan terdapat di Variasi I kemiringan lereng 60° sebesar 0,931 dan Variasi XI kemiringan lereng 30° memiliki nilai *safety factor* (SF) tertinggi sebesar 1,435.

Kondisi sebelum dan setelah hujan kemiringan lereng 60° dan 30° pada pembebanan lalu lintas tipe 3 menunjukkan hasil yang signifikan dimana beberapa variasi terasering setelah hujan dengan kemiringan sudut 60° telah melewati garis batas Angka Aman Bowles.

Dapat ditarik kesimpulan dari ketiga grafik diatas bahwa penambahan jumlah trap sangat mempengaruhi nilai *safety factor* (SF) lereng hal ini ditunjukkan dengan *trend line* yang selalu meningkat disetiap grafik. Semakin banyaknya jumlah trap pada bidang longsor massa tanah yang terdapat di lereng juga ikut terpotong, dengan demikian potensi kelongsoran juga berkurang. Dalam kondisi hujan, jumlah

trap terasering mempengaruhi kecepatan aliran air hujan yang melewati lereng. Semakin banyak trap pada terasering maka kecepatan aliran air hujan akan semakin lambat, sehingga lereng tidak mudah tergerus air hujan. Terasering terbukti dapat meningkatkan *Safety Factor* lereng dengan beban dinamis berupa beban lalu lintas. Hal tersebut terbukti dengan meningkatnya *Safety Factor* pada setiap penambahan jumlah trap.

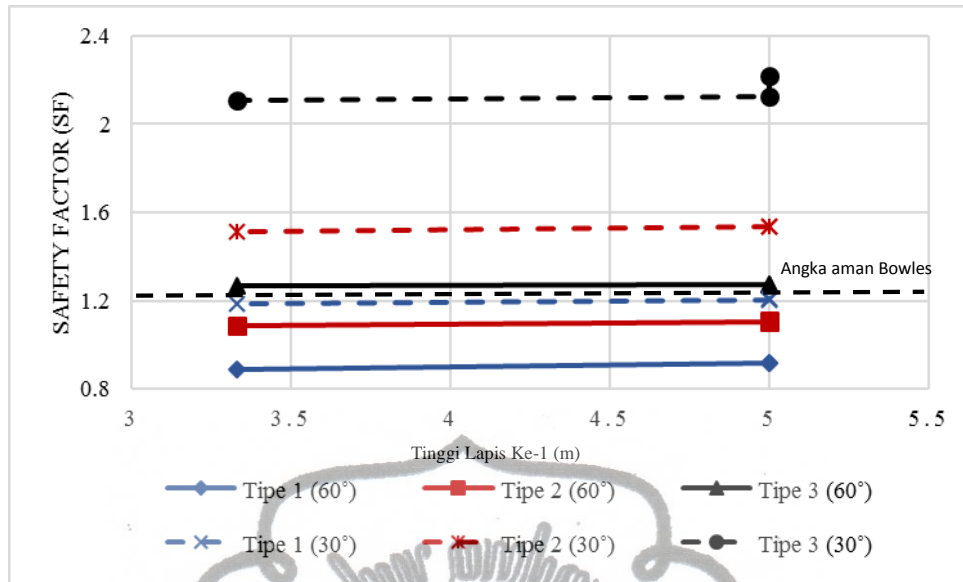
4.3.3. Perbandingan Perbedaan Ketinggian Lapis dalam Jumlah Trap Terasering Sejenis Ditambah Beban Lalu Lintas pada Kemiringan 60° dan 30° Terhadap Nilai *Safety Factor* (SF)

4.3.3.1. Lereng Terasering Jumlah 3 Trap Kondisi Sebelum Hujan dan Setelah Hujan

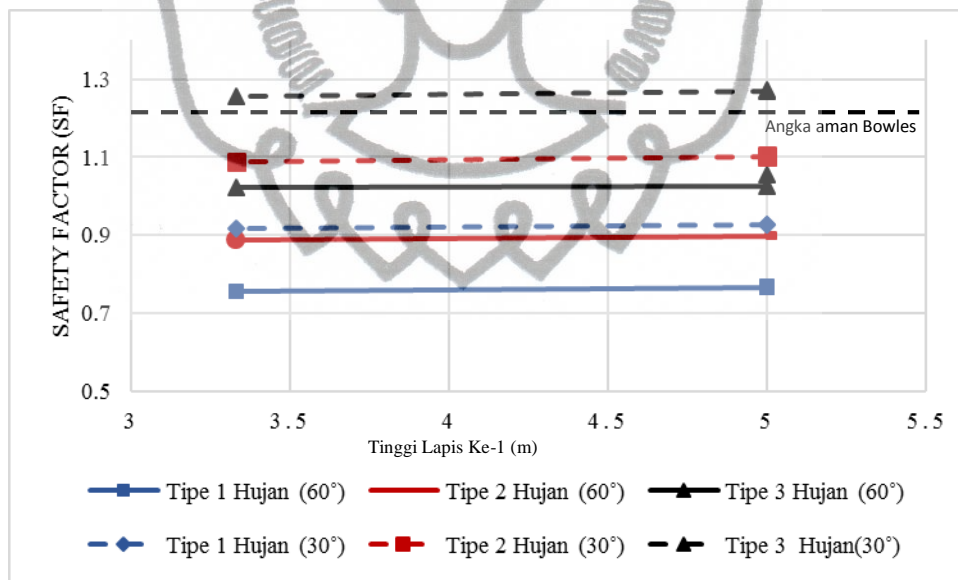
Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 membandingkan ketinggian lapis pertama terasering yang berbeda antara Variasi V, Variasi VI, dan Variasi II dengan jumlah yang sama sebanyak 3 trap.

Tabel 4.8 Data Perbandingan Ketinggian Lapis Terhadap Jumlah 3 Trap

Kondisi	Variasi	Tinggi Lapis ke-n (m)			SF	
		1	2	3	60°	30°
Sebelum Hujan	Variasi V Tipe 1	5.00	3.33	1.67	0.916	1.208
	Variasi V Tipe 2				1.108	1.537
	Variasi V Tipe 3				1.275	2.219
	Variasi VI Tipe 1	5.00	2.5	2.5	0.915	1.206
	Variasi VI Tipe 2				1.107	1.535
	Variasi VI Tipe 3				1.274	2.125
	Variasi II Tipe 1	3.33	3.33	3.33	0.886	1.186
	Variasi II Tipe 2				1.089	1.512
	Variasi II Tipe 3				1.266	2.11
Setelah Hujan	Variasi V Tipe 1	5.00	3.33	1.67	0.77	0.927
	Variasi V Tipe 2				0.905	1.105
	Variasi V Tipe 3				1.056	1.271
	Variasi VI Tipe 1	5.00	2.5	2.5	0.768	0.926
	Variasi VI Tipe 2				0.897	1.101
	Variasi VI Tipe 3				1.025	1.268
	Variasi II Tipe 1	3.33	3.33	3.33	0.758	0.916
	Variasi II Tipe 2				0.889	1.09
	Variasi II Tipe 3				1.023	1.255



Gambar 4.9 Perbandingan Perbedaan Ketinggian Lapis Dalam Jumlah 3 Trap Terasering Ditambah Beban Lalu Lintas Pada Kemiringan 60° Dan 30° Terhadap Nilai *Safety Factor* (SF) Sebelum Hujan



Gambar 4.10 Perbandingan Perbedaan Ketinggian Lapis Dalam Jumlah 3 Trap Terasering Ditambah Beban Lalu Lintas Pada Kemiringan 60° Dan 30° Terhadap Nilai *Safety Factor* (SF) Setelah Hujan

Menurut Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 variasi jumlah trap sebanyak 3 trap dengan nilai *safety factor* (SF) terendah sebelum dan setelah hujan terdapat pada Variasi II dengan ketinggian trap sama. Nilai *safety factor* tertinggi sebelum dan setelah hujan

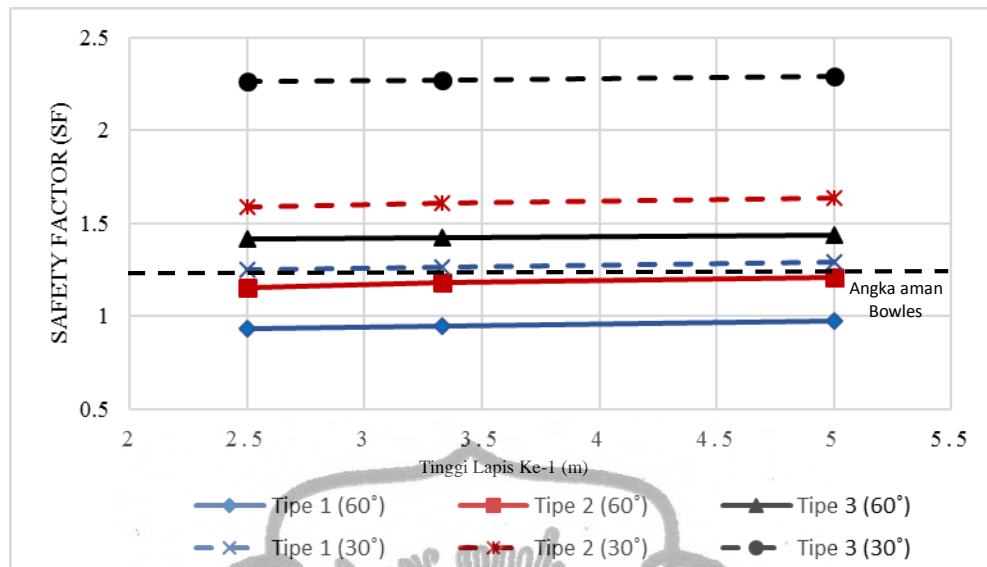
terdapat pada Variasi V dengan tinggi lapis lereng pertama tertinggi dan tinggi lapis kedua lebih tinggi dibandingkan tinggi lapis variasi lainnya.

Variasi V mempunyai nilai *safety factor* (SF) terbaik, karena telah melewati batas garis Angka Aman Bowles baik kondisi sebelum hujan maupun setelah hujan. Bisa menjadi pilihan terasering untuk pengaplikasian jumlah 3 trap kemiringan lereng 60° dan 30° di lapangan.

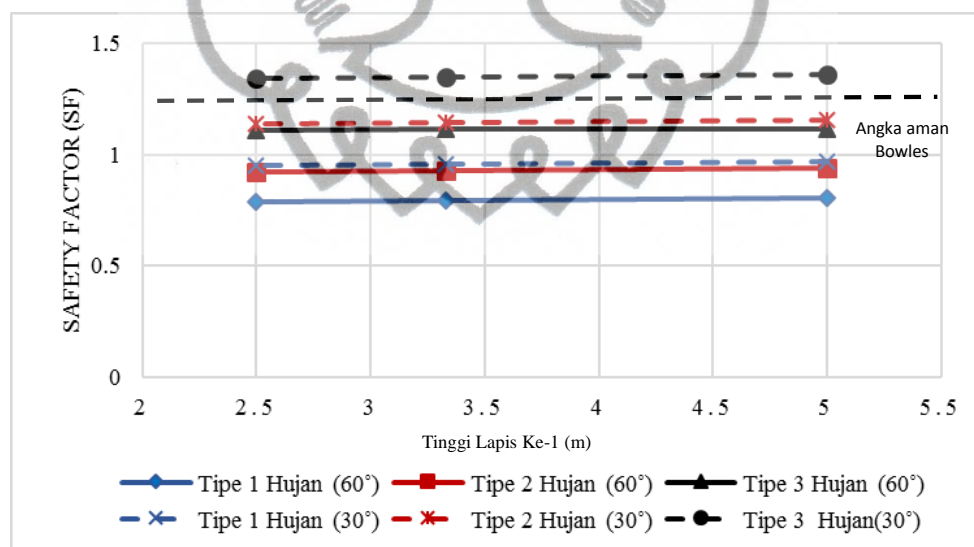
4.3.3.2. Lereng Terasering Jumlah 4 Trap Kondisi Sebelum Hujan dan Setelah Hujan

Tabel 4.9 Data Perbandingan Ketinggian Lapis Terhadap Jumlah 4 Trap

Kondisi	Variasi	Tinggi Lapis ke-n (m)				SF	
		1	2	3	4	60°	30°
Sebelum Hujan	Variasi VII Tipe 1	5.00	2.00	2.00	1.00	0.973	1.292
	Variasi VII Tipe 2					1.209	1.639
	Variasi VII Tipe 3					1.434	2.288
	Variasi VIII Tipe 1	3.33	2.5	2.5	1.67	0.949	1.267
	Variasi VIII Tipe 2					1.179	1.61
	Variasi VIII Tipe 3					1.423	2.273
	Variasi III Tipe 1	2.5	2.5	2.5	2.5	0.933	1.249
	Variasi III Tipe 2					1.156	1.589
	Variasi III Tipe 3					1.415	2.262
Setelah Hujan	Variasi VII Tipe 1	5.00	2.00	2.00	1.00	0.806	0.969
	Variasi VII Tipe 2					0.941	1.157
	Variasi VII Tipe 3					1.114	1.359
	Variasi VIII Tipe 1	3.33	2.5	2.5	1.67	0.796	0.957
	Variasi VIII Tipe 2					0.929	1.145
	Variasi VIII Tipe 3					1.113	1.35
	Variasi III Tipe 1	2.5	2.5	2.5	2.5	0.786	0.949
	Variasi III Tipe 2					0.921	1.136
	Variasi III Tipe 3					1.108	1.345



Gambar 4.11 Perbandingan Perbedaan Ketinggian Lapis Dalam Jumlah 4 Trap Terasering Ditambah Beban Lalu Lintas Pada Kemiringan 60° Dan 30° Terhadap Nilai *Safety Factor* (SF) Sebelum Hujan



Gambar 4.12 Perbandingan Perbedaan Ketinggian Lapis Dalam Jumlah 4 Trap Terasering Ditambah Beban Lalu Lintas Pada Kemiringan 60° Dan 30° Terhadap Nilai *Safety Factor* (SF) Setelah Hujan

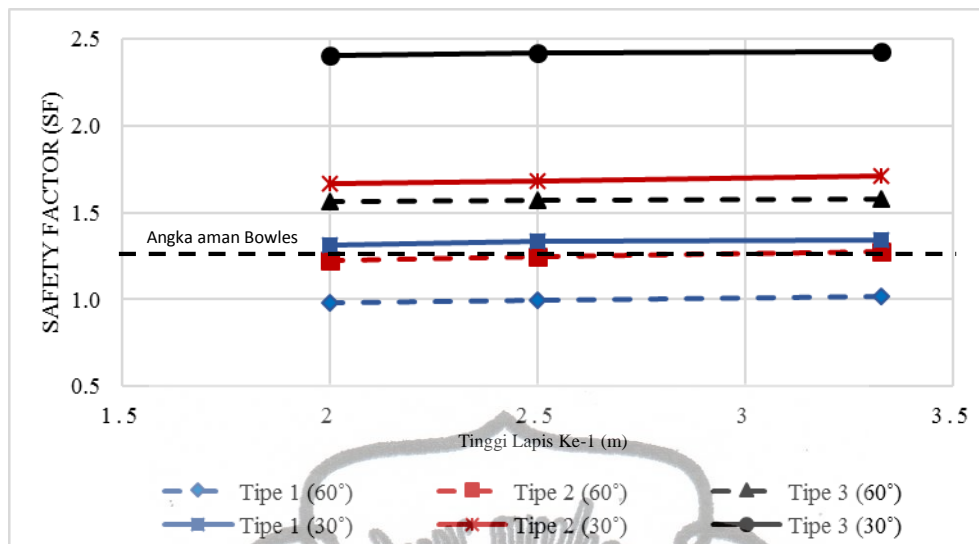
Terasering variasi jumlah trap sebanyak 4 trap, nilai *safety factor* (SF) tertinggi sebelum hujan dan setelah hujan dimiliki oleh Variasi VII dengan ketinggian lapis pertama lebih tinggi dibandingkan variasi lainnya. Variasi IV menjadi nilai *safety factor* (SF) terendah sebelum hujan dan setelah hujan karena jumlah trap pada ketinggian sama.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan jumlah trap sebanyak 4 kemiringan 60° dan 30° untuk terasering di lapangan menggunakan variasi terbaik yaitu Variasi VII dalam kondisi sebelum hujan dan setelah hujan, karena nilai *safety factor* (SF) Variasi VII sudah diatas Angka Aman Bowles.

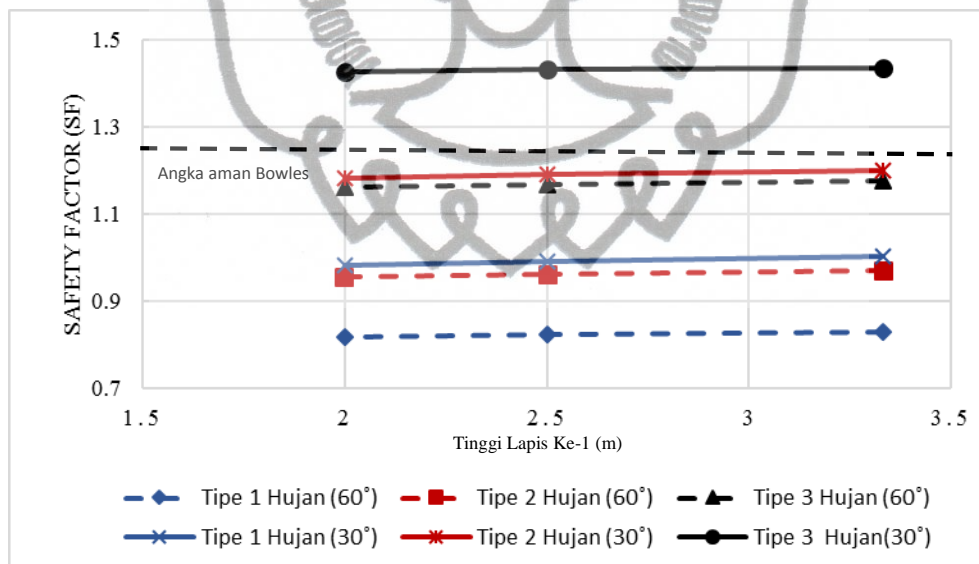
4.3.3.3. Lereng Terasering Jumlah 5 Trap Kondisi Sebelum Hujan dan Setelah Hujan

Tabel 4.10 Data Perbandingan Ketinggian Lapis Terhadap Jumlah 5 Trap

Kondisi	Variasi	Tinggi Lapis ke-n (m)					SF	
		1	2	3	4	5	60°	30°
Sebelum Hujan	Variasi IX Tipe 1	3.33	2.00	2.00	2.00	0.67	1.018	1.342
	Variasi IX Tipe 2						1.275	1.71
	Variasi IX Tipe 3						1.581	2.431
	Variasi X Tipe 1	2.5	2.00	2.00	2.00	1.5	0.997	1.332
	Variasi X Tipe 2						1.247	1.684
	Variasi X Tipe 3						1.571	2.419
	Variasi IV Tipe 1	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.983	1.317
	Variasi IV Tipe 2						1.228	1.666
	Variasi IV Tipe 3						1.563	2.406
Setelah Hujan	Variasi IX Tipe 1	3.33	2.00	2.00	2.00	0.67	0.83	1.002
	Variasi IX Tipe 2						0.971	1.201
	Variasi IX Tipe 3						1.177	1.435
	Variasi X Tipe 1	2.5	2.00	2.00	2.00	1.5	0.822	0.990
	Variasi X Tipe 2						0.961	1.192
	Variasi X Tipe 3						1.169	1.434
	Variasi IV Tipe 1	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.817	0.983
	Variasi IV Tipe 2						0.955	1.183
	Variasi IV Tipe 3						1.163	1.427



Gambar 4.13 Perbandingan Perbedaan Ketinggian Lapis Dalam Jumlah 5 Trap Terasering Ditambah Beban Lalu Lintas Pada Kemiringan 60° Dan 30° Terhadap Nilai *Safety Factor* (SF) Sebelum Hujan



Gambar 4.14 Perbandingan Perbedaan Ketinggian Lapis Dalam Jumlah 5 Trap Terasering Ditambah Beban Lalu Lintas Pada Kemiringan 60° Dan 30° Terhadap Nilai *Safety Factor* (SF) Setelah Hujan

Hasil nilai *safety factor* (SF) terbesar jumlah 5 trap sama seperti pada trap sebelumnya trap 3 dan trap 4 yaitu variasi yang memiliki tinggi lapis pertama tertinggi ialah variasi yang mempunyai nilai *safety factor* (SF) tertinggi baik dalam variasi sudut maupun variasi kondisi. Variasi tertinggi pada jumlah 5 trap terdapat

pada Variasi IX dan variasi terendah terdapat pada Variasi IV, dan untuk alternatif dilapangan Variasi IX bisa menjadi model terasering jumlah trap 5 terbaik dalam menahan kelongsoran akibat beban sendiri lereng maupun beban dinamis lalu lintas.

Menurut gambar di atas hasil analisis dapat digunakan sebagai panduan dalam mendesain tinggi terasering terhadap jumlah trap di lapangan. Terasering dengan jumlah trap sebanyak 3 trap dapat menggunakan Variasi V spesifikasi tinggi trap lapis pertama sebesar 5 m; 3,33 m; 1,67 m; untuk terasering dengan jumlah trap sebanyak 4 trap dapat menggunakan Variasi VII spesifikasi tinggi trap lapis pertama dan seterusnya sebesar 5 m; 2 m; 2 m; 1 m; dan terasering dengan jumlah trap sebanyak 5 trap dapat menggunakan Variasi XI spesifikasi tinggi trap lapis pertama dan seterusnya sebesar 3,33 m; 2 m; 2 m; 2 m; 0,67 m.

Variasi ketinggian trap yang sama membuktikan bahwa tinggi trap dapat berpengaruh pada nilai *safety factor* (SF) di variasi jumlah trap yang sama. Tinggi trap lapis pertama diusahakan lebih tinggi daripada trap berikutnya. Trap yang lebih tinggi terbukti lebih mampu menahan beban vertikal dalam hal ini beban lalu lintas.