

ILMU DAN TEKNOLOGI

KRITERIA TERJADINYA ALIRAN DEBRIS K. NGOBO, G. KELUD

Oleh :
Dr. Ir. Djoko Legono^{*)}
Ir. Koensatwanto Inp. Dip.H.E^{)}**

INTISARI

Angkutan material sungai gunung berapi yang dipandang besar daya perusakannya adalah angkutan material berupa aliran debris. Tahap awal untuk menganalisa aliran debris dimulai dengan mencari kriteria kapan terjadinya aliran tersebut. Suatu metoda yang dikemukakan oleh Takahashi digunakan untuk menetapkan kriteria terjadinya aliran debris pada K. Ngobo, G. Kelud.

PENDAHULUAN

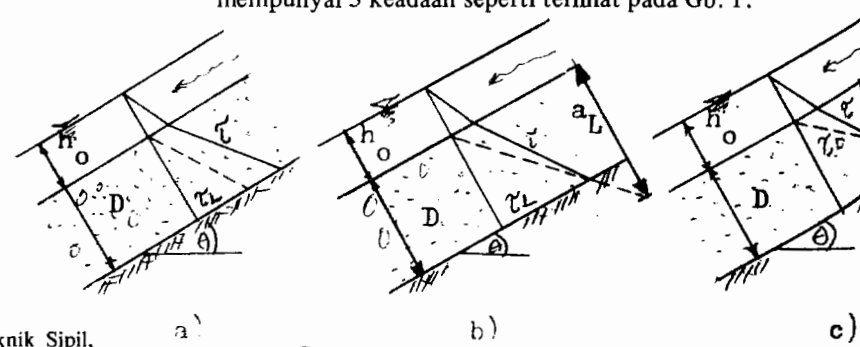
Aliran debris yang dikenal pada sungai gunung berapi merupakan aliran dari campuran air dan sedimen dengan berbagai ukuran. Dengan kecepatan yang tinggi aliran ini akan mempunyai daya perusak yang hebat. Tahap awal untuk mengurangi kerusakan yang ditimbulkan oleh aliran debris ini berupa pemahaman pengetahuan tentang bagaimana mekanisme terjadinya aliran debris.

Suatu penelitian tentang angkutan sedimen/bahan dasar K. Ngobo telah dilakukan pada tahun 1981, dengan penekanan penelitian ke arah analisa stabilitas dasar sungai. Sebegitu jauh hasil penelitian tersebut belum dikaitkan dengan kriteria aliran debris K. Ngobo, baik tentang terjadinya maupun tentang karakteristiknya. Paper ini dimak-

sudkan untuk mencari kriteria terjadinya aliran debris K. Ngobo, berdasar atas data penelitian sungai dan sedimen yang pernah dilakukan pada sungai tersebut. Konsep yang digunakan adalah konsep "dilatan fluid" yang dikembangkan oleh Takahashi (1979).

TEORI DASAR

Misal ditinjau suatu lapisan butir lepas (non kohesif) yang mempunyai kedalaman D serta kemiringan dasar sungai θ . Pada saat aliran permukaan setebal h_0 lewat, ruang pori diantara butir-butir dipandang sudah jenuh, dan aliran rembesan yang sejajar akan terjadi. Menurut Takahashi, distribusi tegangan geser pada dasar sungai akan mempunyai 3 keadaan seperti terlihat pada Gb. 1.



Gambar 1. Distribusi tegangan geser

^{*)}Dosen dan Peneliti Bidang Keairan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UGM.

^{**)}Dosen dan Peneliti Bidang Keairan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UGM.

τ adalah tegangan tangential yang bekerja, τ_L adalah tegangan dalam yang menahan. Bila lapis dasar/debrisnya sangat tebal, distribusi tegangan-tegangan tersebut dapat terjadi seperti ditunjukkan pada Gb. 1.b. dan 1.c. Bila tegangan yang bekerja lebih besar daripada tegangan yang menahan maka bahan dasar tersebut akan bergerak ke hilir. Beberapa butiran bahan dasar akan bergerak bila ke dalam a_L lebih besar dari diameter tunggal. Ruang pori dari lapisan butir dasar yang bergerak tersebut akan bertambah bila h_0 relatif dangkal dibanding a_L , dan butir-butir akan terurai secara tidak teratur pada kedalaman aliran tersebut. Bertambahnya ruang pori akan memungkinkan aliran massa tersebut bergerak ke hilir sampai beberapa ratus meter. Angkutan masa dari sedimen inilah yang sering disebut dengan aliran debris. Mekanisme dari aliran debris ini secara matematis didisripsikan sebagai berikut (Takahashi, 1979):

$$\tau = g \sin \theta [C_* (\sigma - \rho) a + \rho (a+h_0)] \dots 1)$$

dengan σ dan ρ berturut-turut rapat massa dari butiran bahan dasar dan air, C_* adalah konsentrasi bahan dasar.

Kemudian tegangan geser yang menahan akan mempunyai persamaan:

$$\tau_L = g \cos \theta [C_* (\sigma - \rho) a] \tan \phi \dots 2)$$

dengan ϕ adalah sudut gesek dalam dari butiran dasar. Keadaan pada Gb. 1.a akan terjadi bila $d \tau / da \geq d \tau_L / da$. Dengan demikian dari persamaan 1) dan 2) akan diperoleh:

$$\tan \theta > \frac{C_* (\sigma - \rho)}{C_* (\sigma - \rho) + \rho} \tan \phi \dots 3)$$

Kemiringan dasar sungai yang memenuhi persamaan 3) akan menyebabkan kelongsoran dasar, walaupun aliran rembesan belum mencapai lapisan permukaan. Dalam hal ini, kemungkinan bahwa τ_L akan lebih besar dari τ di sekitar lapisan permukaan akan selalu ada, sehingga dasar sungainya seolah-olah stabil. Fenomena ini lebih tepat bila disebut kelongsoran tanah, yang sangat berbeda dengan aliran debris. Seperti diingat, bencana tanah longsor yang berupa rusaknya struktur dari dasar sungai dapat terjadi tanpa adanya aliran air yang cukup. Dengan kata lain, aliran debris hanya akan terjadi bila ada aliran di atas akumulasi debris. Selanjutnya, keadaan pada Gb. 1.c akan terjadi bila $d \tau / da < d \tau_L / da$, dan $a_L \geq d$, dengan d ada-

lah diameter rerata (d_{50}), yang dianggap sebagai diameter yang mewakili untuk analisa aliran debris. Keadaan ini akan dipenuhi bila:

$$\frac{C_* (\sigma - \rho)}{C_* (\sigma - \rho) + \rho (1+h_0/d)} \tan \theta \leq \tan \theta < \frac{C_* (\sigma - \rho)}{C_* (\sigma - \rho) + \rho} \tan \phi \dots 4)$$

Apabila a_L lebih dangkal daripada D , teoritis tidak akan ada lapisan butir yang bergerak yang disebabkan oleh gaya-gaya statik tersebut. Namun bila masih ada gerak lapisan-butiran, hal ini pasti disebabkan oleh adanya gaya-gaya "drag" serta "lift" dari aliran permukaan, dan inilah yang disebut dengan angkutan bahan dasar pada umumnya. Kemudian, kemiringan dasar kritis yang menyebabkan aliran debris dapat diberikan dalam bentuk persamaan:

$$\tan \theta = \frac{C_* (\sigma - \rho)}{C_* (\sigma - \rho) + \rho (1 + h_0/d)} \tan \phi \dots 5)$$

Dari persamaan 5) dapat dilihat bahwa semakin besar harga h_0 , maka akan semakin landailah kemiringan dasar kritis yang akan menyebabkan aliran debris.

KRITERIA TERJADINYA ALIRAN DEBRIS K. NGOBO

Suatu kriteria akan dapat ditetapkan dengan baik dan mendasar apabila disertai dengan data yang selengkap dan seakurat mungkin. Untuk tinjauan praktis, beberapa parameter yang sulit untuk diukur di lapangan perlu dilakukan anggapannya.

a) Ketebalan debris di K. Ngobo

Dari hasil penelitian K. Ngobo dapat disimpulkan bahwa pada elevasi +500 m ke atas (kearah hulu), kedalaman debris tersebut relatif tebal. Beberapa longoran tebing sungai memperlihatkan bahwa rata-rata ketebalan debris bervariasi antara 2 - 3 m. Dengan data ini maka keadaan seperti pada Gb. 1.c akan dipakai untuk analisa selanjutnya, demikian juga dengan daerah-daerah di sebelah hilir elevasi +500 m.

b) Kemiringan dasar sungai K. Ngobo

Secara garis besar kemiringan dasar sungai K. Ngobo dapat dibagi menjadi 3 zone. Zone 1 adalah daerah yang dibatasi oleh muaranya di K. Brantas (elevasi +80 m) s/d elevasi +150 m, dengan panjang sungai lebih kurang 15

km. Zone 2 adalah daerah yang dibatasi oleh elevasi +150 m s/d + 500 m, dengan panjang sungai lebih kurang 11 km. Kemudian zone 3 adalah daerah yang dibatasi oleh elevasi +500 m ke arah hulu (elevasi +100 m), dengan panjang sungai lebih kurang 10,5 km.

Suatu kurva regresi polinomial berderajat 4 dipandang yang terbaik untuk persamaan kemiringan dasar sungai K. Ngobo. Persamaan polinomial tersebut adalah:

$$Y = C(1) + C(2)*X + C(3)*X^2 + C(4)*X^3 + C(5)*X^4$$

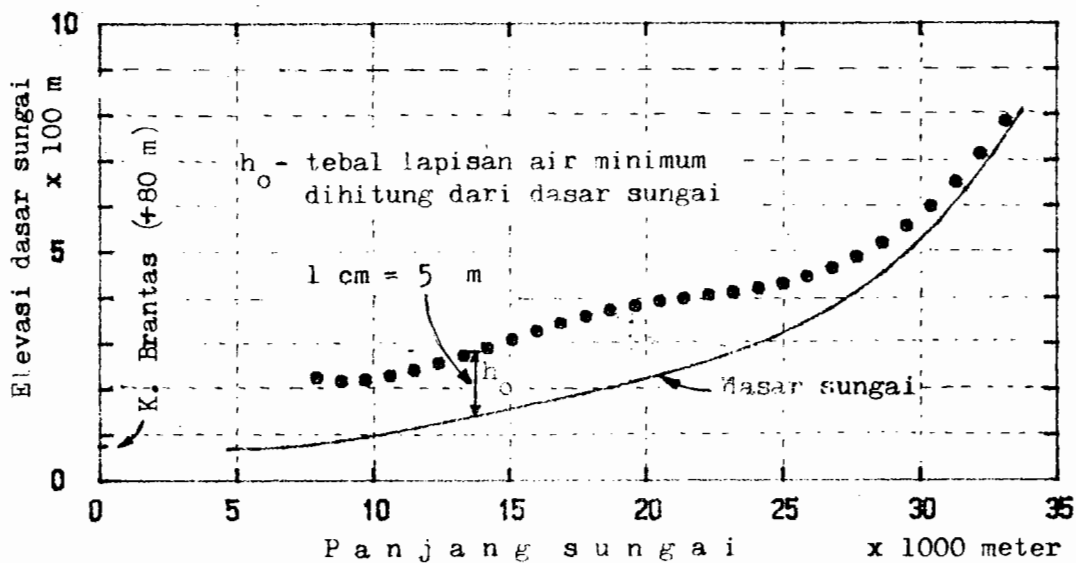
dengan Y adalah elevasi dasar sungai (meter), X adalah panjang sungai ukur dari muara sungai K. Ngobo ke arah hulu (meter). Sedang koefisien-koefisien C adalah sebagai berikut:

$$C(1) = 141,661; C(2) = -0,031; C(3) = 4,194E-06; C(4) = -1.839E-10; \text{ dan } C(5) = 3.089E-15.$$

c. *Diameter rerata bahan debris K. Ngobo*

Teknik sampling bahan dasar sungai gunung berapi masih berkembang terus, sehingga sampai saat ini belum ada kesesuaian yang cocok dan akseptabel untuk kondisi di Indonesia. Suatu kesimpulan tentang hasil sampling sedimen di K. Ngobo menyebutkan bahwa diameter rerata bahan debris membentuk fungsi linier dengan panjang sungai, dan persamaannya adalah: $d50 = X/200 + 1,50$; dengan d50 adalah diameter rerata (milimeter), dan X adalah panjang sungai diukur dari muaranya di Brantas ke arah hulu (meter).

Kemudian sebagai pendekatan dianggap bahwa bahan debris K. Ngobo mempunyai sudut gesek dalam (ϕ) = 34° , rapat massa (ρ) = 2.6 g/cc dan konsentrasi (C^*) = 0,7; sedang air mempunyai rapat massa (ρ) = 1.0 g/cc. Maka dengan rumus 5) akan diperoleh nilai-nilai yang menyatakan tebal lapisan air minimum, yang akan menyebabkan adanya aliran debris di sepanjang sungai K. Ngobo. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada Gb. 2.



Gambar 2. Tebal lapisan air minimum yang menyebabkan terjadinya aliran debris di K. Ngobo.

KESIMPULAN

Dari Gb. 2 dapat disimpulkan bahwa aliran debris akan lebih banyak terjadi di bagian hulu sungai. Tingkat kerusakan bangunan pengendali debris dengan sendirinya juga akan lebih besar dibagian hulu. Hal ini sesuai dengan kenyataan yang dapat dilihat di lapangan yang menunjukkan lajunya penambahan sedimen pada kantong lahar K. Ngobo (pertemuan antara zone 2 dan zone 3).

Dalam kaitannya dengan jumlah angkutan material gunung berapi, baik yang ditimbulkan oleh aliran debris maupun oleh aliran kecil lainnya, maka pembuatan kriteria semacam perlu didukung dengan teknik sampling bahan dasar yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fakultas Teknik UGM, 1981, Penelitian Sungai K. Badak dan K. Ngobo, Proyek Gunung Kelud.
2. Kinori, B.Z. dan Mevorach J., 1984, "Manual of Surface Drainage Engineering", Vol.II, Elsevier, Amsterdam.
3. Takahashi, T., 1979, "Mechanical Characteristics of Debris Flow", Journal of Hydraulics Division, ASCE, Vol. 104, No. HY8, p. 1153-1169.

OPTIMASI KERAPATAN BANGUNAN PENGAMBILAN AIR PADA DAERAH IRIGASI SEDERHANA STUDI KASUS DI KABUPATEN SLEMAN

Oleh :
Dr. Ir. Sunjoto Dip.HE)*

INTISARI

Pertanian merupakan tulang punggung perekonomian negara sedang berkembang dan salah satu komoditi pertanian yang berperan besar dalam tata ekonomi Indonesia adalah beras. Beras yang baik secara kualitas maupun kuantitas berasal dari padi dengan sistem pertanian dengan irigasi yang baik pula. Semua sistem irigasi ini tidak terlepas dari sumber air, yang salah satunya adalah sungai. Untuk menyadap air dari sungai diperlukan bangunan pengambilan air (BPA) yang merupakan bangunan terdepan dari suatu sistem irigasi. Dalam makalah ini dikaji kerapatan jarak BPA untuk daerah irigasi (DI) sederhana dikabupaten Sleman Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang jumlahnya melebihi 2000 buah dan pada umumnya dibuat dengan jarak yang terlalu dekat antara satu dengan lainnya, hingga dengan adanya optimasi kerapatan akan didapatkan penghematan jumlah biaya dalam mempermanenkan bangunan-bangunan yang sebagian besar masih berupa bangunan semi permanen dan sementara.

II. PENDAHULUAN

Sejak zaman sebelum kemerdekaan, pemerintah kolonial Belanda telah membuka suatu DI di DIY yang semuanya merupakan DI besar dan salah satunya adalah DI

Kali Progo dengan BPA Kalibawang serta saluran induknya Van der Wijk dan selokan Mataram yang keduanya mengairi daerah dataran rendah di DIY dengan maksud untuk mendukung tanaman tebu sebagai komoditi pertanian utama saat itu. Alasan pemilihan DI besar karena akan memberikan beberapa keuntungan yaitu kemudahan transportasi tebu dari kebun ke pabrik penggilingan dan juga kemudahan dalam pengawasan keamanan dibanding

*) Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil FT. UGM.