Nomograf, Cara Cepat Hitung Debit

Oleh Gede H. Cahyana

Dimuat di Majalah Air Minum, Mei 2014

Dosen Teknik Lingkungan, Universitas Kebangsaan

Kehilangan energi atau tekanan (*headloss*) penting diketahui dalam aliran air, baik di dalam saluran terbuka (selokan) maupun di dalam saluran tertutup atau bertekanan seperti pipa. Hampir semua sifat aliran air di dalam pipa PDAM berupa saluran bertekanan. Itu sebabnya, mengetahui tata-cara menghitung hilang-tekanan secara praktis menjadi penting, selain secara teoretis.

Aliran air di dalam pipa bisa ditinjau secara ideal dan secara nyata (fakta). Kondisi aliran faktual suatu fluida (zat alir) lebih rumit daripada kondisi ideal yang diimbui oleh beberapa asumsi. Aliran air di dalam pipa PDAM, tidak hanya di sistem transmisi dan distribusinya tetapi juga di unit operasi dan prosesnya. Perbedaan panjang pipa antara pipa di IPAM dan di transmisi & distribusi menimbulkan perbedaan asumsi dalam penghitungan *headloss*-nya.

Di IPAM, pipa-pipa biasanya pendek-pendek saja, tetapi banyak ada belokan dan perubahan diameter. Peran *minor losses* menjadi besar dibandingkan dengan *major losses*-nya. Maka, rumus yang banyak diterapkan adalah rumus atau formula Darcy-Weisbach dengan formulasi $h_m = K(v^2/2g)$. Ini untuk belokan, sambungan T, keran dll. Formula ini dimodifikasi juga untuk aliran air dari bak ke bak yang lain, pembesaran tiba-tiba, pengecilan dan sebagainya. Angka (harga, nilai) K ini pun sudah diteliti dan diperoleh variasi yang cukup banyak, berdasarkan sudut belokan.

Adapun pendekatan aliran air di dalam pipa panjang seperti transmisi dan distribusi, boleh saja menggunakan formula teoretis Darcy – Weisbach. Hanya saja, kesulitannya adalah dalam menentukan derajat ketelitian faktor gesekan (*f*). Pada aliran laminar, nilai *f* dapat diperoleh secara matematis tetapi tidak demikian untuk aliran turbulen. Nilai *f* untuk aliran laminar adalah $64/Re$. Pada aliran turbulen, ada beberapa formulasi tetapi tidak disebutkan di sini. Kata kuncinya adalah kemampuan seseorang (operator) untuk memperkirakan nilai *f* berdasarkan pengetahuan dan pengalamannya sebelum rumus-rumus tersebut dapat digunakan. Oleh sebab itu, biasanya digunakan formula Hazen – William yang empiris praktis.

Formula Hazen-William

Seorang operator PDAM, sedapatnya harus hafal formula ini. $Q=0,2785.C.d^{2,63}.S^{0,54}$. Ini adalah formulasi dalam satuan MKS (meter, kilogram, sekon) atau *metric unit*.

Keterangan:

Q	=	Debit air (m ³ /detik)
C	=	Koefisien kekasaran pipa (gesekan)
d	=	Diameter dalam pipa (m)
S	=	Slope garis energi, hl/l

Perhitungan menggunakan kalkulator tentu bisa saja, dan hasilnya pun lebih tepat. Tetapi untuk kepentingan praktis, penggunaan karta nomograf lebih praktis dengan

hasil yang mendekati kalkulasi matematis. Kesalahan atau simpangan yang terjadi karena penglihatan mata dan tajam-tumpulnya pensil yang digunakan.

Dalam formula di atas, kekasaran pipa, C bergantung pada bahan pipa dan umur pipa. Umumnya nilai C seperti pada tabel terlampir. Adapun nomografnnya, tersedia dalam satuan *British unit* dan *Metric units* yang divariasikan berdasarkan nilai C . Terlampir hanya diberikan nomograf untuk $C=100$. Ada banyak nomograf dengan variasi C , mulai dari $C=80$, $C=90$, hingga $C=150$. Pipa baru memiliki nilai C paling besar, misalnya 150 atau 160. Makin tua umur pipa, nilai C pun menurun.

Hazen Williams Coefficient, C	
<u>Pipe Material</u>	<u>Design C</u>
PVC	150
Asbestos Cement	140
Welded Steel	100
Concrete	100
Cast Iron	100
Copper or Brass	130
Vitrified Clay	100
Corrugated Steel	60

Contoh 1. Sebuah untaiian pipa berdiameter 16 in. dengan nilai $C = 160$. Berapakah debit air yang mengalir di dalam pipa tersebut jika *headloss*-nya adalah 1 ft per 1.000 ft. Perkirakan juga kecepatan aliran airnya.

Jawab. Carilah di nomograf angka 16 pada mistar diameter, yaitu mistar kedua dari kiri. Temukan juga titik 1 ft per 1.000 ft. Hubungkanlah kedua titik tersebut dengan pensil dibantu mistar (penggaris). Diperoleh titik 1.000 pada mistar debit dengan satuan gallon per menit (gpm). Debit untuk $C = 160$ adalah $1.000 \times (160/100) = 1.600$ gpm. Pada mistar kecepatan diperoleh titik 1,6 sehingga kecepatan untuk $C=160$ adalah $1,6 \times (160/100) = 2,6$ fps.

Dengan menggunakan nomograf berbasis $C=100$, perkiraan debit air di dalam pipa transmisi dari *broncaptering* menuju bak pelepas tekanan (BPT) misalnya dapat diketahui. Dengan perkiraan umur pipa dan bahan pipa, maka nilai C bisa diperkirakan, kemudian bisa diperkirakan debit airnya. Begitu pula kecepatannya dapat diketahui. **

Contoh soal diambil dari Babbitt, Doland, Cleasby, *Water Supply Engineering*, McGraw Hill Book Co, 1967.

Sebagai tambahan materi, di bawah ini disajikan gambar dalam bentuk yang berbeda tetapi prinsip dasar dalam prosedur kalkulasinya: sama. Mahasiswa yang ikut kuliah Plambing dan IPI bisa menggunakan materi ini dan bisa ditanyakan apabila belum jelas. Juga bisa menggunakan nomogram yang ada di buku Plumbing, by Babbitt.