

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Simulasi

Simulasi merupakan proses yang diperlukan untuk operasionalisasi model, atau penanganan model untuk meniru tingkah laku sistem yang sesungguhnya. Metode simulasi dapat memperkirakan dampak dari satu keputusan yang diambil, tetapi harus diketahui dimana dan kapan simulasi ini dapat diterapkan. Jadi simulasi adalah tindakan menggunakan model kemudian dirancang skenario percobaan guna mendapatkan hasil simulasi yang kelak diolah menjadi jawaban atas sistem nyatanya. Simulasi dapat memperkirakan dampak dari satu keputusan yang diambil. Meskipun metode simulasi sangat menjanjikan, tetapi harus diketahui dimana dan kapan simulasi ini dapat diterapkan (Hasan, 2002).

Keuntungan simulasi:

1. Simulasi merupakan salah satu metode yang mampu memberikan perkiraan sistim yang lebih nyata sesuai kondisi operasional dari kumpulan pekerjaan.
2. Sebagai alternatif desain yang diusulkan atau alternatif terhadap kebijakan dari operasional yang mampu memberikan pelayanan terbaik terhadap pokok kebutuhan yang diperlukan.
3. Memudahkan pengontrolan lebih banyak kondisi dari suatu percobaan sehingga dimungkinkan untuk dicoba diterapkan secara nyata pada sistem itu.

4. Menyediakan sarana untuk mempelajari sistem dalam waktu yang lebih singkat, sehingga menghemat biaya.
5. Dapat dihentikan dan dijalankan kembali, tanpa menimbulkan permasalahan pada sistem.

Kelemahan simulasi:

1. Simulasi tidak akurat, karena teknik ini bukan proses optimisasi dan tidak menghasilkan sebuah jawaban tetapi hanya menghasilkan sekumpulan output dari sistem pada berbagai kondisi yang berbeda. Dalam banyak kasus ketelitiannya sulit diukur.
2. Model simulasi yang baik sangat mahal, bahkan sering dibutuhkan waktu bertahun-tahun untuk mengembangkan model yang sesuai.
3. Tidak semua situasi dapat dievaluasi dengan simulasi.

Jenis-Jenis Simulasi:

1. Simulasi Analog adalah menggantikan lingkungan fisik yang asli dengan lingkungan fisik tiruan yang lebih mudah untuk dimanipulasi. Simulasi ini mempergunakan representasi fisik untuk menjelaskan karakteristik yang penting dari masalah. Contoh : Ruang tanpa bobot disimulasi dengan ruang penuh air.
2. Simulasi Matematik yaitu meniru sistem dengan model matematik untuk mendapatkan ciri operasi sistem melalui suatu eksperimen, jika eksperimen ini berulang-ulang, maka untuk mempermudah dan mempercepat penyelesaian hitungnya dengan bantuan komputer.

3. Simulasi Monte Carlo, merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menyelesaikan suatu simulasi. Model simulasi ini mempergunakan angka-angka random.

2.1. Aliran mantap dan tidak mantap

Aliran air dikatakan *steady* (mantap) apabila kelajuan air pada setiap titik tertentu setiap saat adalah konstan. Hal ini berarti pada titik tersebut kelajuannya akan selalu konstan. Hal ini berarti pada aliran *steady* (mantap) kelajuan pada satu titik tertentu adalah tetap setiap saat, meskipun kelajuan aliran secara keseluruhan itu berubah/berbeda. Aliran *steady* ini akan banyak dijumpai pada aliran air yang memiliki kedalaman yang cukup, atau pada aliran yang memiliki kecepatan yang kecil. Sebagai contoh aliran *steady* ini adalah aliran laminar, yakni bahwa arus air memiliki arus yang sederhana (*streamline*/arus tenang), kelajuan gerak yang kecil dengan dimensi vektor kecepataannya berubah secara kontinu dari nol pada dinding dan maksimum pada sumbu pipa (dimensi linearnya kecil) dan banyak terjadi pada air yang memiliki kekentalan rendah.

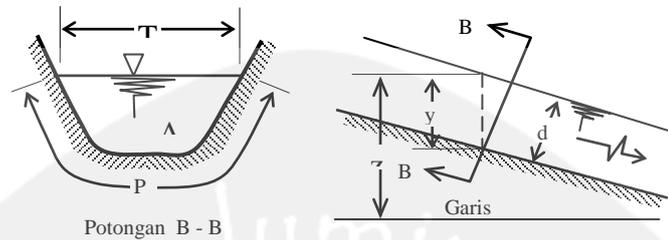
Aliran mantap terjadi jika di sembarang titik, kecepatan partikel-partikel fluida yang bersifat sama pada jangka waktu yang berurutan. Jadi, kecepataannya tetap terhadap waktu atau $dv/dt = 0$, tapi bisa berubah-ubah pada titik-titik yang berbeda-beda atau terhadap jarak. Contoh aliran yang meliputi keadaan-keadaan aliran mantap, misalnya jalur-jalur pipa yang mengalirkan cairan pada keadaan *head* tetap atau mulut sempit (*orifice*) yang mengalir pada keadaan tetap, menggambarkan aliran mantap.

Aliran air dikatakan tidak mantap (*non steady*) apabila kecepatan pada setiap tempat tertentu dan setiap saat tidak konstan. Hal ini berarti bahwa pada aliran ini kecepatan v sebagai fungsi dari waktu.

Dalam aliran ini elemen penyusun air akan selalu berusaha menggabungkan diri satu sama lain dengan elemen air di sekelilingnya meskipun aliran secara keseluruhan berlangsung dengan lancar. Contoh aliran tidak *steady* ini adalah aliran turbulen, yakni bahwa partikel dalam fluida mengalami perubahan kecepatan dari titik ke titik dan dari waktu ke waktu berlangsung secara tidak teratur (acak). Oleh sebab itu aliran turbulen biasanya terjadi pada kecepatan air yang tinggi dengan kekentalan yang relatif tinggi serta memiliki dimensi linear yang tinggi, sehingga terdapat kecenderungan berolak selama pengalirannya (Triatmodjo, 2003).

2.2. Saluran terbuka

Saluran dapat alamiah atau buatan. Ada beberapa macam sebutan untuk saluran alamiah; saluran panjang dengan kemiringan sedang yang dibuat dengan menggali tanah disebut kanal (*canal*). Saluran yang disangga di atas permukaan tanah dan terbuat dari kayu, beton, atau logam disebut flum (*flume*). Saluran yang sangat curam dengan dinding hampir vertikal disebut *chute*. Terowongan (*tunnel*) adalah saluran yang digali melalui bukit atau gunung. Saluran tertutup pendek yang mengalir tidak penuh disebut *culvert*. Potongan yang diambil tegak lurus arah aliran disebut potongan melintang (*cross section*), sedangkan potongan yang diambil searah aliran disebut potongan memanjang sesuai Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Definisi potongan melintang dan memanjang saluran.

Keterangan Gambar 2.1.

h = kedalaman aliran vertikal, adalah jarak vertikal antara titik terendah pada dasar saluran dan permukaan air (m),

d = kedalaman air normal, adalah kedalaman yang diukur tegak lurus terhadap garis aliran (m),

Z = adalah elevasi atau jarak vertikal antara permukaan air dan garis referensi tertentu (m),

T = lebar potongan melintang pada permukaan air (m),

A = luas penampang basah yang diukur tegak lurus arah aliran (m^2),

P = keliling basah, yaitu panjang garis persinggungan antara air dan dinding dan atau dasar saluran yang diukur tegak lurus arah aliran,

R = jari-jari hidraulik, $R = A/P$ (m), dan

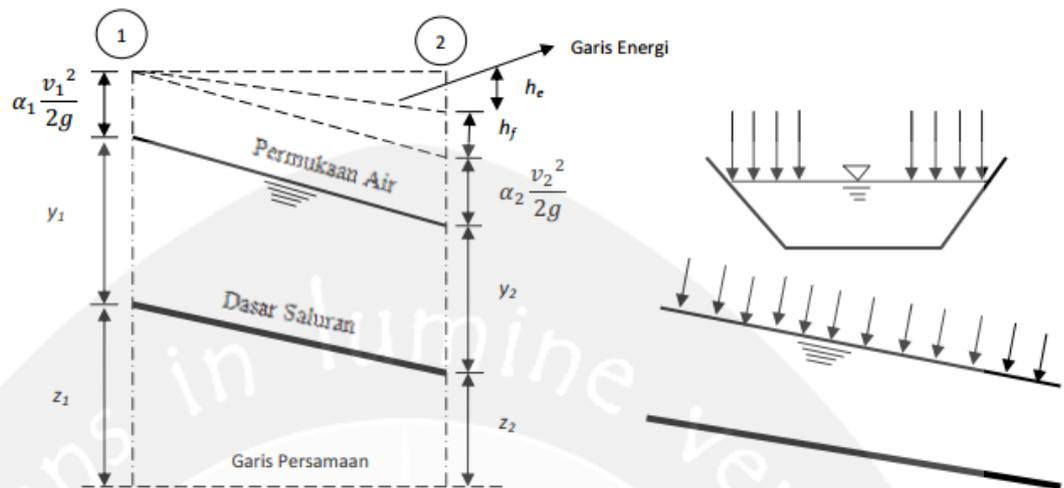
D = kedalaman hidraulik, $D = A/T$ (m).

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan mekanika fluida (*fluid mechanics*). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul di antara fluida dan pembatas (dinding). Telah

diketahui secara umum bahwa akibat adanya perilaku terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah *hozintal* maupun vertikal (Chow dan Rosalina, 2003).

Berbagai permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran terkadang tidak dapat diselesaikan dengan analitis, maka harus melakukan pengamatan dengan membuat satu bentuk saluran atau alat peraga, bentuk saluran ini mempunyai bentuk yang sama dengan permasalahan yang diteliti, tetapi ukuran dimensi lebih kecil dari yang ada di lapangan. Untuk mempermudah hal tersebut, di sini diciptakan program simulasi sederhana untuk tampak memanjang aliran saluran terbuka.

Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam (natural) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam merupakan satu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alami, seperti sungai yang kecil dan besar dimana alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Saluran buatan saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatnya seperti, saluran irigasi, saluran drainase dan saluran untuk industri. Karakteristik aliran yang terjadi pada saluran buatan merupakan aliran seragam yang terjadi di sepanjang saluran. Dalam saluran terbuka, perhitungan untuk aliran *steady* (mantap) dapat dinyatakan berdasarkan persamaan energi (Chow dan Rosalina, 2003) sesuai Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Energi Aliran Saluran Terbuka dan Sketsa Tekanan Udara

(Chow dan Rosalina, 2003)

2.2. Kecepatan aliran

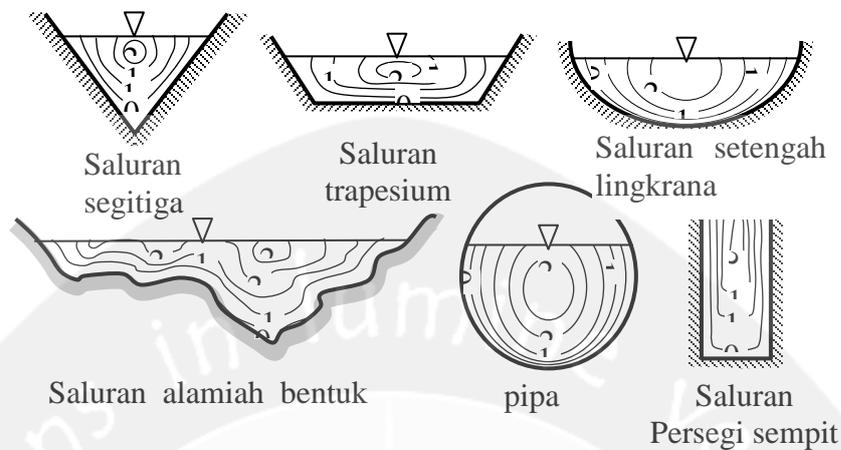
Di dalam aliran seragam, dianggap bahwa aliran adalah mantap dan satu dimensi. Aliran tidak mantap yang seragam hampir tidak ada di alam. Dengan anggapan satu dimensi berarti kecepatan aliran di setiap titik pada penampang melintang adalah sama. Contoh aliran seragam adalah aliran melalui saluran irigasi yang sangat panjang dan tidak ada perubahan penampang. Aliran di saluran irigasi yang dekat bangunan irigasi tidak lagi seragam karena adanya pembendungan atau terjunan, yang menyebabkan aliran menjadi tidak seragam (*non uniform*). Pada umumnya aliran seragam di saluran terbuka adalah turbulen, sedang *laminar* jarang terjadi.

Kecepatan aliran pada saluran terbuka dapat ditentukan dengan rumus Chezy, dan rumus Manning atau rumus Strickler. Kedua rumus tersebut hanya dibedakan pada nilai koefisien kekasarannya. Rumus Chezy menggunakan nilai koefisien kekasaran C yang ditentukan oleh Ganguillet dan Kutter, H.

Bazin, atau Powell (Chow dan Rosalina, 2003). Sedangkan rumus Manning yang memiliki nilai koefisien kekasaran yang dipengaruhi oleh kekasaran permukaan, tetumbuhan, ketidakraturan saluran, tras saluran, pengendapan dan penggerusan, hambatan, ukuran dan bentuk saluran, serta taraf dan debit air (Chow dan Rosalina, 2003).

Kecepatan aliran dalam saluran biasanya sangat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser di dasar dan dinding saluran dan keberadaan permukaan bebas. Gambar 2.3 memperlihatkan tipikal distribusi kecepatan pada beberapa tipe potongan melintang saluran.

Kecepatan aliran mempunyai tiga komponen arah menurut koordinat kartesius. Namun, komponen arah vertikal dan lateral biasanya kecil dan dapat diabaikan. Sehingga, hanya kecepatan aliran yang searah dengan arah aliran yang diperhitungkan. Komponen kecepatan ini bervariasi terhadap kedalaman dari permukaan air. Tipikal variasi kecepatan terhadap kedalaman air diperlihatkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Distribusi kecepatan pada berbagai bentuk potongan melintang saluran (Chow dan Rosalina, 2003).

2.3. Aliran laminar dan turbulen

Jika partikel zat cair yang bergerak mengikuti alur tertentu dan aliran tampak seperti gerakan serat-serat atau lapisan-lapisan tipis yang paralel, maka alirannya disebut aliran *laminar*. Sebaliknya jika partikel zat cair bergerak mengikuti alur yang tidak beraturan, baik ditinjau terhadap ruang maupun waktu, maka alirannya disebut aliran turbulen.

Faktor yang menentukan keadaan aliran adalah pengaruh relatif antara gaya kekentalan (viskositas) dan gaya inersia. Jika gaya viskositas dominan, alirannya laminar, jika gaya inersia yang dominan, alirannya turbulen.

Nisbah antara gaya kekentalan dan inersia dinyatakan dalam bilangan Reynold (R_e), yang didefinisikan sebagai :

$$R_e = \frac{V.L}{\nu} \quad (2-1)$$

dengan $V =$ kecepatan aliran (m/det),

L = panjang karakteristik (m), pada saluran muka air bebas $L = R$,

R = Jari-jari hidraulik saluran,

ν = kekentalan kinematik (m^2/det).

Tidak seperti aliran dalam pipa, dimana diameter pipa biasanya dipakai sebagai panjang karakteristik, pada aliran bebas dipakai kedalaman hidraulik atau jari-jari hidraulik sebagai panjang karakteristik. Kedalaman hidraulik didefinisikan sebagai luas penampang basah dibagi lebar permukaan air, sedangkan jari-jari hidraulik didefinisikan sebagai luas penampang basah dibagi keliling basah. Batas peralihan antara aliran laminar dan turbulen pada aliran bebas terjadi pada bilangan Reynold, $Re \pm 600$, yang dihitung berdasarkan jari-jari hidraulik sebagai panjang karakteristik (Triatmodjo, 2003).

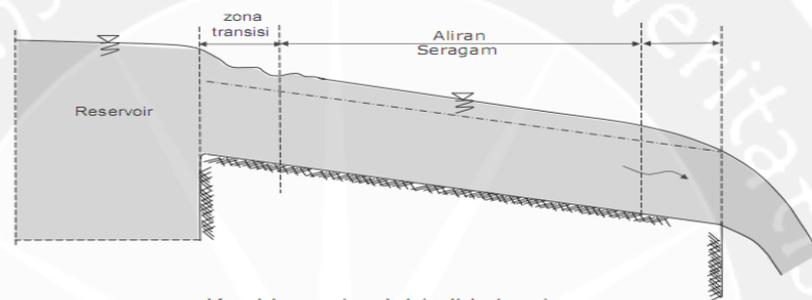
2.4. Aliran sub-kritis, kritis, dan super-kritis

Aliran dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitudo kecil. Gelombang gravitasi dapat dibangkitkan dengan mengubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut sub-kritis, dan jika kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan kritis, alirannya disebut super-kritis (Triatmodjo, 2003).

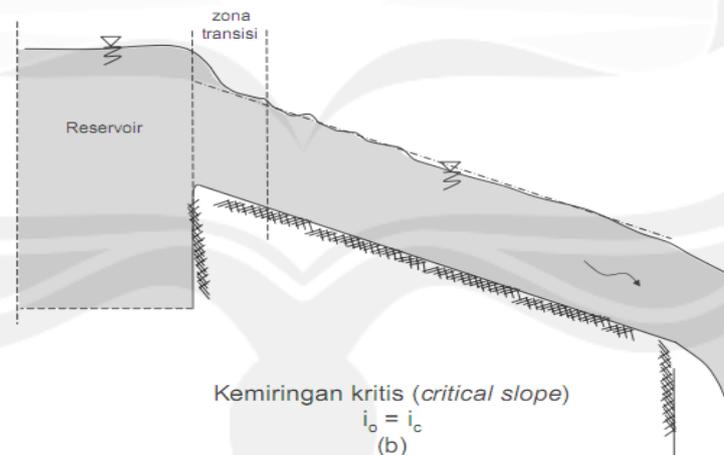
Parameter yang menentukan ketiga jenis aliran tersebut adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inersia, dinyatakan dengan bilangan *Froude* (Gambar 2.4.). Untuk saluran berbentuk persegi, bilangan *Froude* didefinisikan sebagai :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (2-2)$$

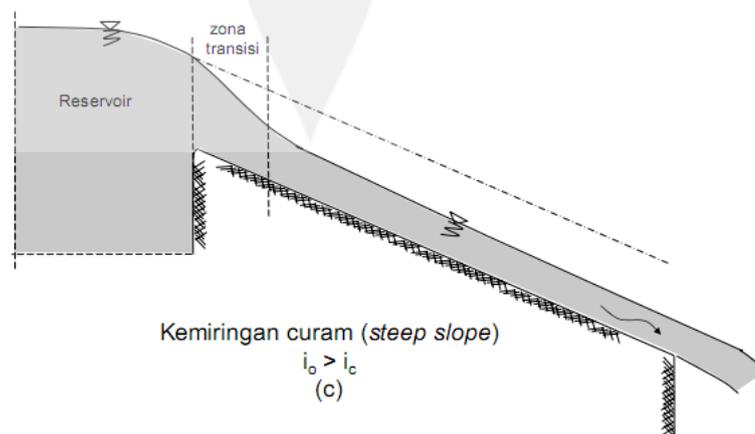
dengan V = kecepatan aliran (m/det),
 h = kedalaman aliran (m),
 g = percepatan gravitasi (m/det²)
 $\sqrt{g \cdot h}$ = kecepatan gelombang dangkal



Kemiringan landai (*mild slope*)
 $i_o < i_c$
 (a)



Kemiringan kritis (*critical slope*)
 $i_o = i_c$
 (b)



Kemiringan curam (*steep slope*)
 $i_o > i_c$
 (c)

Gambar 2.4. Aliran sub-kritis, kritis, dan super-kritis (Heri, 2005)

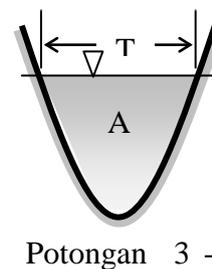
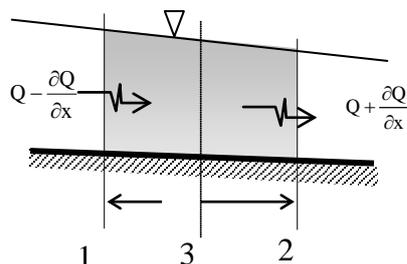
2.5. Persamaan Kontinuitas

Untuk menjabarkan persamaan kontinuitas, ditinjau aliran zat cair tidak mampu mampat di dalam satu pias saluran terbuka, seperti pada Gambar 2.5. Pada saluran tersebut tidak terjadi aliran masuk atau keluar menembus dinding saluran, dan aliran adalah permanen. Apabila debit yang lewat pada tampang 3-3 besarnya sama dengan Q dan mempunyai kedalaman aliran h pada Δt , maka besarnya aliran neto yang lewat pada pias tersebut selama waktu Δt dapat didefinisikan sebagai :

$$\left\{ \left(Q - \frac{\partial Q}{\partial x} \cdot \frac{\Delta x}{2} \right) - \left(Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \cdot \frac{\Delta x}{2} \right) \right\} \Delta t = - \frac{\partial Q}{\partial x} \Delta x \Delta t \quad (2-3)$$

Apabila luas penampang di potongan 3-3 (Gambar 2.5.) adalah A dengan lebar muka air T , maka jumlah pertambahan volume pada pias tersebut selama Δt adalah :

$$\frac{\partial}{\partial t} (A \cdot \Delta x) \cdot \Delta t \quad (2-4)$$



Gambar 2.5. Kontinuitas aliran dalam satu pias

Prinsip kontinuitas menyatakan bahwa jumlah pertambahan volume sama dengan besarnya aliran neto yang lewat pada pias tersebut, sehingga dengan menyamakan persamaan (2-3) dan (2-4) di dapat :

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (2-5)$$

Pada aliran tetap (*steady*) luas tampang basah tidak berubah selama Δt , sehingga integrasi persamaan (2-5) menghasilkan :

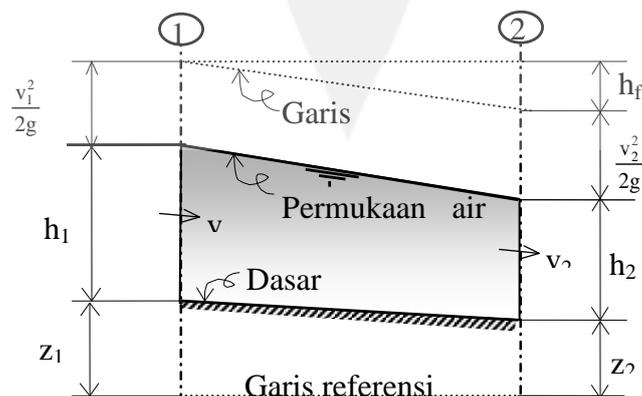
$Q = \text{konstan}$ atau

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (2-6)$$

2.5.1. Konservasi energi (persamaan energi)

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa jumlah energi air dari setiap aliran yang melalui satu penampang saluran, dapat dinyatakan sebagai jumlah fungsi air, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan (Gambar 2.6.).

$$H = z + d \cos \theta + \frac{v^2}{2g} \quad (2-7)$$



Gambar 2.6. Energi dalam aliran saluran terbuka

Menurut prinsip kekekalan energi, jumlah tinggi fungsi energi pada penampang 1 di hulu akan sama dengan jumlah fungsi energi pada penampang 2 di hilir dan fungsi h_f di antara kedua penampang tersebut.

$$z_1 + d_1 \cos \theta + \alpha_1 \frac{v_1^2}{g} = z_2 + d_2 \cos \theta + \alpha_2 \frac{v_2^2}{g} + h_f \quad (2-8)$$

Untuk saluran yang kemiringannya $\theta \approx 0$ kecil, persamaan (2-14) menjadi :

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{g} + h_f \quad (2-9)$$

dimana :

z = fungsi titik di atas garis referensi,

h = fungsi tekanan di satu titik,

v = kecepatan aliran,

g = gaya gravitasi bumi.

2.5.2. Konservasi momentum (persamaan momentum)

Menurut hukum Newton kedua tentang gerakan, menyatakan bahwa besarnya perubahan momentum persatuan waktu pada satu persamaan adalah sama dengan besarnya *resultante* semua gaya-gaya yang bekerja pada pias tersebut.

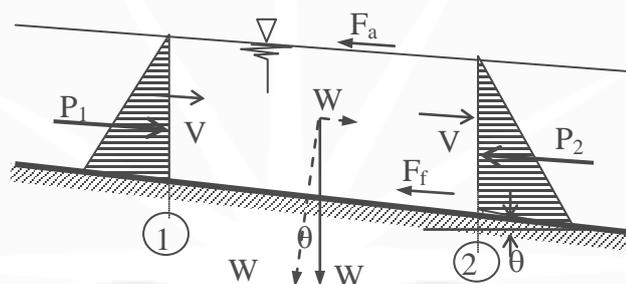
$$\sum F = PQ \cdot \Delta V. \quad (2-10)$$

Berdasar Gambar 2.7, maka persamaan konservasi momentum tersebut dapat ditulis sebagai:

$$P_1 - P_2 + W \sin \theta - F_f - F_a = PQ(V_2 - V_1) \quad (2-11)$$

dimana :

- P = tekanan hidrostatis
- W = berat volume pada pias (1)-(2)
- S_o = kemiringan dasar saluran
- F_a = tekanan udara pada muka air bebas
- F_f = gaya geser yang terjadi akibat kekasaran dasar.



Gambar 2.7. Penerapan dalil momentum

Persamaan momentum sangat besar kegunaannya terutama pada hitungan di satu pias yang mengalami kehilangan energi, misal pada loncat air. Pada keadaan tersebut prinsip konservasi energi sudah tidak dapat dipakai lagi.

2.6. Perhitungan Aliran Kritis

Konsep energi spesifik diperkenalkan oleh Bakhmeteff pada tahun 1912. Konsep ini sangat berguna bagi penerapan persamaan Bernoulli. Yang dimaksud dengan energi spesifik adalah tinggi tenaga pada sembarang tampang diukur dari dasar saluran, atau tenaga tiap satuan berat air pada sembarang tampang diukur

dari dasar saluran. Jadi yang dimaksud dengan energi spesifik secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$E = h + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (2-12)$$

dimana α = koefisien Coriolis = 1 s/d 1,1

Untuk mempermudah pemahaman konsep energi spesifik, ditinjau lebih dahulu saluran yang mempunyai potongan melintang berbentuk persegi dengan kecepatan seragam, yakni harga $\alpha = 1$. Jika lebar saluran adalah B dan debit saluran Q , sehingga debit per satuan lebar saluran atau disebut debit satuan adalah $q = Q/B$, dan $V = q/h$. Persamaan (2-12) dapat ditulis kembali menjadi:

$$E = h + \frac{q^2}{2gh^2} \quad (2-13)$$

atau

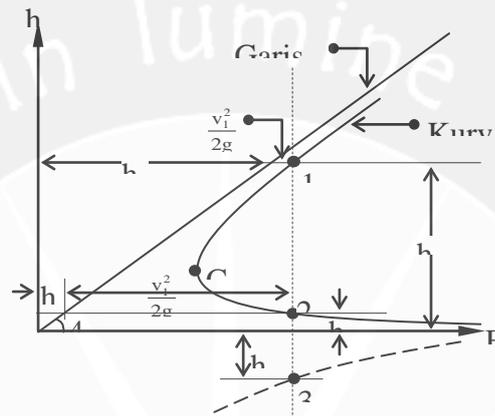
$$(E - h)h^2 = \frac{q^2}{2g} \quad (2-14)$$

Untuk debit satuan spesifik tertentu, q , sebelah kanan persamaan (12-3) adalah konstan. Sehingga, persamaannya dapat ditulis dalam bentuk:

$$Eh^2 - h^3 = \text{konstan} \quad (2-15)$$

Persamaan ini menyatakan hubungan antara energi spesifik E dan kedalaman air h untuk debit satuan q . Lengkung yang menggambarkan persamaan di atas di plot dalam Gambar 3-4. Secara matematis dapat dibuktikan bahwa lengkung $E-h$ mempunyai dua *asimptotis* : $E - h = 0$ dan $h = 0$. Asimtot pertama diwakili oleh garis lurus yang ditarik melewati titik 0,0 dan membentuk sudut 45° dengan sumbu horisontal; dan asimtot kedua adalah sumbu horisontal.

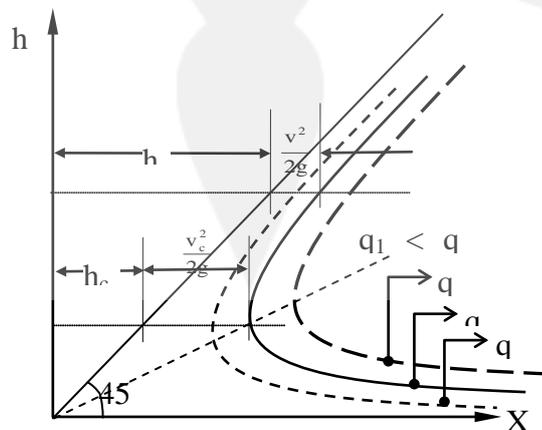
Untuk memperlihatkan keberadaan akar negatif untuk harga E tertentu pada kurva $E-h$ untuk harga q tertentu diperlihatkan pada Gambar 2.8 sebagai garis putus-putus.



Gambar 2.8. Lengkung energi spesifik untuk debit satuan tertentu

Untuk memudahkan penurunan rumus, diasumsikan bahwa distribusi tekanan adalah hidrostatik, dan kecepatan aliran adalah seragam, sehingga energi spesifik menjadi (Gambar 2.9.):

$$E = h + \left(\alpha \frac{Q^2}{2gA^2} \right) \quad (2-16)$$



Gambar 2.9. Kurva energi spesifik untuk debit satuan yang berbeda

Energi, E , minimum terjadi jika $\frac{dE}{dh}=0$. Sehingga dengan

mendiferensialkan terhadap h akan diperoleh:

$$\frac{dE}{dh} = 1 + \left(\frac{Q^2}{2g} \right) \frac{dA}{A^3 dh} \quad (2-17)$$

karena $dA/dh = T$, maka persamaan (2-17) dapat ditulis kembali menjadi:

$$\frac{dE}{dh} = 1 + \left(\frac{Q^2}{2g} \right) \left(-\frac{2T}{A^3} \right)$$

atau

$$1 - \left(\alpha \frac{Q^2 T}{g A^3} \right) = 0 \quad (2-18)$$

$$\left(\frac{V^2}{2g} \right) = \frac{D}{2} \quad (2-112)$$

dimana :

- E = total energi, m
- A = luas tampang melintang, m^2
- T = lebar atas saluran, m
- D = kedalaman hidraulik, m.

Persamaan (2-19) menunjukkan bahwa tinggi energi adalah setengah dari kedalaman hidraulik. Dari persamaan (2-19) dapat diturunkan persamaan bilangan *Froude*, Fr sebagai:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}} \quad (2-20)$$

Untuk saluran persegi dengan distribusi tekanan hidrostatis dan kecepatan seragam adalah:

$$E = h + \frac{q^2}{2gh^2} \quad (2-21)$$

Secara matematis diketahui bahwa $dE/dh = 0$ harga E akan maksimum atau minimum. Sehingga, dengan mendiferensialkan persamaan (2-20) diperoleh:

$$\frac{dE}{dh} = 1 - \frac{q^2}{gh^3} = 0 \quad (2-21)$$

Berdasarkan definisi sebelumnya, kedalaman dimana E minimum dinamakan kedalaman kritis, h_c . Dari persamaan (2-21) dapat diturunkan persamaan untuk menghitung kedalaman kritis sebagai berikut:

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (2-22)$$

Jika $dE/dh = 0$ harga E kemungkinan maksimum atau minimum. Dalam hal E minimum, nilai d^2E/dh^2 positif pada kedalaman tersebut. Dengan mendiferensialkan persamaan (2-21) terhadap h untuk $h = h_c$ didapat:

$$\frac{d^2E}{dh^2} = \frac{3q^2}{gh^4} \quad (2-23)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2-22) ke dalam persamaan (2-23) diperoleh:

$$\frac{d^2E}{dh^2} = \frac{3}{h_c} \quad (2-24)$$

Komponen sebelah kanan dari persamaan (2-24) selalu bernilai positif.

Sehingga, E minimum pada $h = h_c$.

Persamaan (2-24) dapat ditulis dalam bentuk lain sebagai:

$$q^2 = gh_c^3 \quad (2-25)$$

Dengan menamakan V_c untuk kecepatan pada aliran kritis, persamaan (2-25) dapat ditulis sebagai:

$$\frac{V_c^2}{2g} = \frac{1}{2} h_c \quad (2-26)$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa tinggi kecepatan pada aliran kritis sama dengan setengah kedalaman kritis. Dengan mensubstitusikan persamaan (2-26) ke dalam persamaan (2-25) diperoleh:

$$E_{\min} = h_c + \frac{1}{2} h_c \quad \text{atau}$$

$$h_c = \frac{2}{3} E_{\min} \quad (2-27)$$

Artinya, kedalaman kritis sama dengan dua per tiga energi spesifik minimum.

Persamaan (2-27) dapat juga ditulis dalam bentuk:

$$\frac{V_c^2}{gh_c} = 1$$

atau bilangan *Froude* adalah:

$$F_r = \frac{V_c}{\sqrt{gy_c}} = 1 \quad (2-28)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa bilangan *Froude*, $Fr = 1$, untuk aliran kritis.

Debit spesifik, untuk menentukan variasi debit spesifik q dengan h untuk harga E tertentu,:

$$q^2 = 2gEh^2 - 2gh^3 \quad (2-29)$$

Debit satuan, dari persamaan (2-29) tampak jelas bahwa $q = 0$ jika $h = 0$, dan juga jika $h = E$. Sehingga dua titik pada kurva $q-h$ untuk E tertentu. Untuk mengetahui bentuk kurva ini, ditentukan lokasi maksimum dan minimum kurva ini dan nilai q pada titik-titik ini. Harga q akan maksimum atau minimum jika $dq/dh = 0$. Sehingga, dengan mendiferensialkan persamaan (2-29) terhadap h diperoleh:

$$2q \frac{dq}{dh} = 4gEh - 6gh^2$$

atau

$$q \frac{dq}{dh} = gh(2E - 3h) \quad (2-30)$$

Karena $dq/dh = 0$, maka persamaan (2-30) dapat disederhanakan menjadi:

$$h(2E - 3h) = 0 \quad (2-31)$$

Persamaan (2-31) mempunyai dua akar; $h = 0$ dan $h = \frac{2}{3}E$. Telah ditunjukkan bahwa $q = 0$ untuk $h = 0$. Sehingga, tidak ada informasi lain yang didapat dari akar pertama ini. Akar kedua merupakan kedalaman kritis. Untuk mengetahui apakah aliran maksimum atau minimum pada kedalaman ini, di sini

harus ditentukan tanda d^2q/dh^2 . Dengan mendiferensialkan persamaan (2-31) terhadap h , diperoleh:

$$q \frac{d^2q}{dh^2} + \left(\frac{dq}{dh} \right)^2 = 2gE - 6gh \quad (2-32)$$

Substitusikan $dq/dh = 0$ dan $h = \frac{2}{3} E$,

$$\frac{d^2q}{dh^2} = -\frac{2gE}{q} \text{ menghasilkan:} \quad (2-33)$$

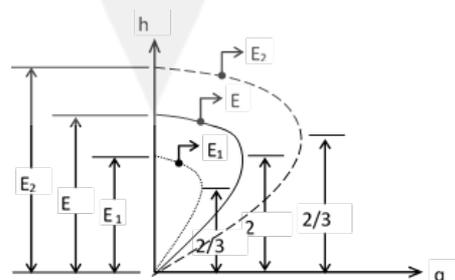
Dari persamaan (2-33) tampak jelas bahwa turunan kedua dari q terhadap h selalu negatif. Sehingga, untuk harga E tertentu, debit satuan, q , maksimum pada kedalaman kritis, h_c . Ekspresi besarnya debit maksimum dapat diperoleh dengan mensubstitusikan $h = \frac{2}{3} E$ ke dalam persamaan (2-33), sehingga didapat:

$$q^2 = 2gE \left(\frac{2}{3} E \right)^2 - 2g \left(\frac{2}{3} E \right)^3$$

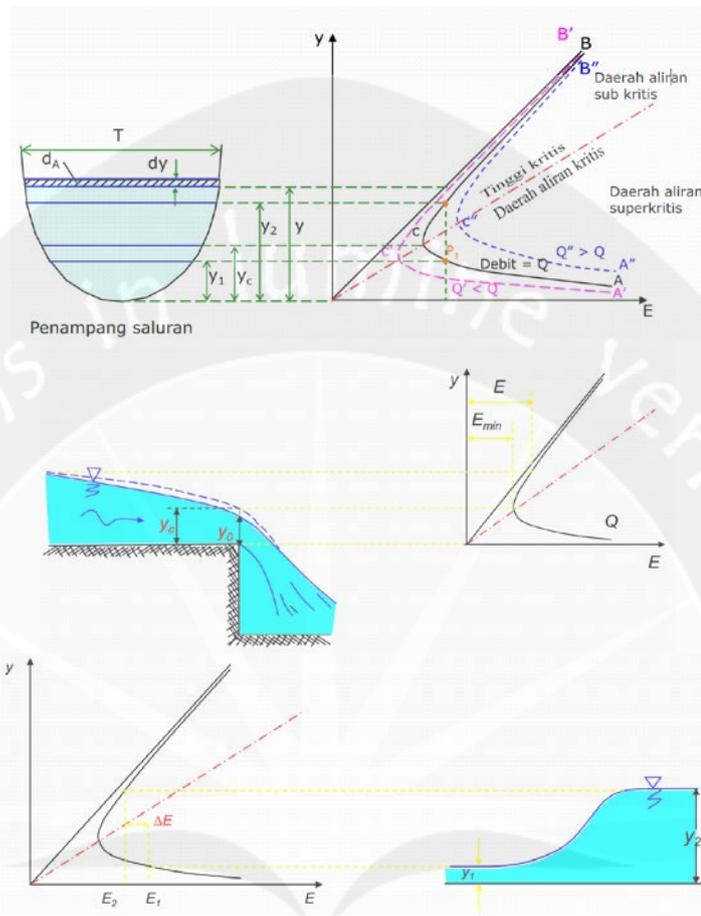
atau

$$q_{\text{maks}}^2 = \frac{8}{27} gE^3 \quad (2-34)$$

Tipikal kurva $q-h$ untuk harga E tertentu disajikan dalam Gambar 2.10. Pada gambar yang sama juga diperlihatkan dua kurva $q-h$ untuk harga energi spesifik yang berbeda sehingga $E_1 < E < E_2$ (Gambar 2.11.).



Gambar 2.10. Variasi debit satuan



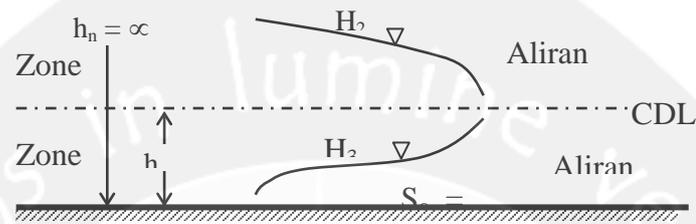
Gambar 2.11. Kurva energi spesifik

2.7. Profil Muka Air

Gambaran profil muka air untuk tiap-tiap jenis kemiringan dasar saluran diberikan pada sub-bagian berikut (Triatmodjo, 2003).

2.7.1. Saluran datar (*Horizontal channel*), $S_o = 0$

Profil H terjadi apabila $I_o = 0$ dan $y_n = \infty$ sehingga ada dua profil H2 dan H3 sama dengan profil M2 dan M3 seperti pada Gambar 2.12.



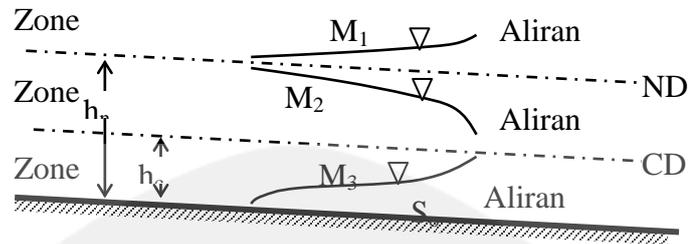
Gambar 2.12. Profil muka air pada kurva H (saluran horizontal)

2.7.2. Saluran landai (*Mild channel*), $0 < S_o < S_{cr}$

Kurva M terjadi apabila $I_o < I_c$ dan $y_n > y_c$ tipe kurva M (Gambar 2.13.)

dibagi menjadi:

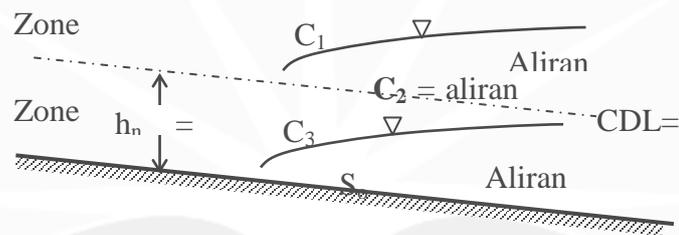
1. Profil M1, apabila $y > y_n > y_c$, misalnya terjadi pada suatu bangunan air bendung, penyempitan belokan pada sungai sebagai terjadi pembendungan pada daerah sebelah hulu. Kurva M1 mempunyai asimtot dengan kedalaman normal di sebelah hulu dan asimtot dengan garis horizontal di sebelah hilir.
 2. Profil M2, apabila $y_c > y > y_c$, tipe ini terjadi pada saluran landai dengan ujung hilirnya adalah saluran anam, pelebaran atau terjunan.
 3. Profil M3, apabila $y_n > y_c > y$, tipe ini terjadi apabila air mengalir dari saluran curam menuju saluran landai, yaitu bagian hulu dari loncat air.
- Disimpulkan bahwa untuk profil M2 dan M3 adalah sangat pendek dibandingkan dengan profil M1.



Gambar 2.13. Profil muka air pada kurva M (Mild slope)

2.7.3. Saluran kritis (Critical channel), $S_o = S_{cr}$

Profil ini terjadi apabila $I_o < I_c$ dan $y_n > y_c$, karena garis kedalaman normal dan kritis, maka hanya ada dua profil C1 dan C3 yang memiliki asimtot terhadap garis horisontal di sebelah hilir (Gambar 2.14.).



Gambar 2.14. Profil muka air pada kurva C (Critical slope)

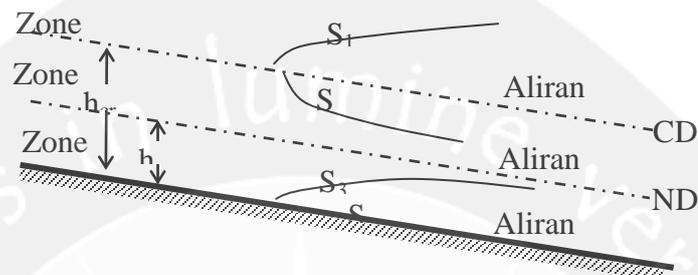
2.7.4. Saluran terjal (Steep channel) $S_o > S_{cr}$

Kurva S terjadi apabila $I_o > I_c$ dan $y_n < y_c$. tipe kurva S (Gambar 2.15.) dibagi menjadi :

1. Profil S1, yaitu $y > y_c > y_n$, tipe ini terjadi apabila sebelah hulu bangunan (bendung) yang berada di saluran anam, dimana di sebelah hulunya terdapat loncar air.
2. Profil S2, apabila $y > y_n > y_c$, tipe ini terjadi apabila, adanya perubahan aliran dari saluran landai masuk ke saluran anam, profil S2 ini sangat pendek.

3. Profil S3, apabila $y_c > y_n > y$, tipe ini terjadi apabila terdapat di sebelah hilir dari pintu air yang berada di saluran anam ke saluran kurang curam.

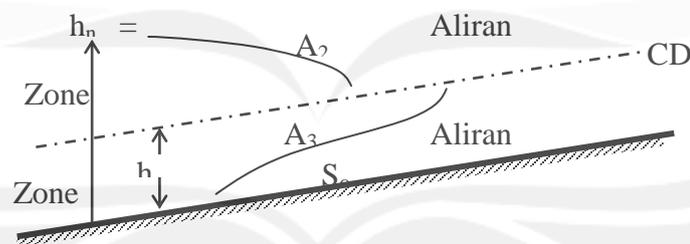
Profil ini merupakan transisi antara profil M dan S.



Gambar 2.15. Profil muka air untuk kurva S (Steep slope)

2.7.5. Saluran menanjak (*Adverse channel*)

Profil A terjadi apabila $I_0 < 0$, karena nilai y_n tidak nyata, maka ada dua profil A2 dan A3 sama dengan profil H2 dan H0 (Gambar 2.16.).



Gambar 2.16. Profil muka air untuk kurva A (adverse slope)

2.8. Perhitungan Profil Muka Air, Aliran Berubah Lambat Laun

Kedalaman aliran di sepanjang saluran dapat dihitung dengan menyelesaikan persamaan diferensial untuk aliran berubah lambat laun (Triatmodjo, 2003).

$$\frac{dy}{dx} = \frac{I_0 - I_f}{1 - \frac{Q^2 T}{gA^3}}$$

y = kedalaman aliran

x = jarak

I_0 = kemiringan dasar saluran

I_f = kemiringan garis energi

Q = debit aliran

T = lebar bagian atas saluran

g = percepatan gravitasi

A = luas tampang saluran

Ada beberapa metode untuk menyelesaikan persamaan di atas, di antaranya:

2.8.1. Metode integrasi numerik

Persamaan diferensial untuk aliran berubah lambat laun di atas akan diselesaikan secara numerik dan ditulis sebagai berikut:

$$f = \frac{I_0 - \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{4/3}}}{1 - \frac{Q^2 T}{g A^3}} \text{ dan } y_{i+1} = y_i + \frac{f_i - f_{i+1}}{2} \Delta x_i$$

dengan $f = dy/dx$

Lambang I ada yang diganti S , dan lambang y ada yang diganti h

Langkah-langkah hitungan :

1. Berdasarkan nilai y_i awal yang diketahui, dihitung nilai f_i dari persamaan (a)
2. Pertama kali dianggap $f_{i+1} = f_i$
3. Hitung nilai y_{i+1} dari persamaan (b) dengan menggunakan nilai f_{i+1} yang diperoleh dalam langkah 2 atau nilai f_{i+1} yang diperoleh dalam langkah 4

4. Hitung nilai baru y_{i+1} dengan menggunakan nilai f_{i+1} yang dihitung dari nilai y_{i+1} dari langkah 3
5. Apabila nilai y_{i+1} yang diperoleh dalam langkah 3 dan 4 masih berbeda jauh, maka langkah 3 dan 4 diulangi lagi
6. Sesudah nilai y_{i+1} yang benar diperoleh, dihitung nilai y_{i+2} yang berjarak Δx dari y_{i+1} .
7. Prosedur di atas diulangi lagi sampai diperoleh nilai y di sepanjang saluran

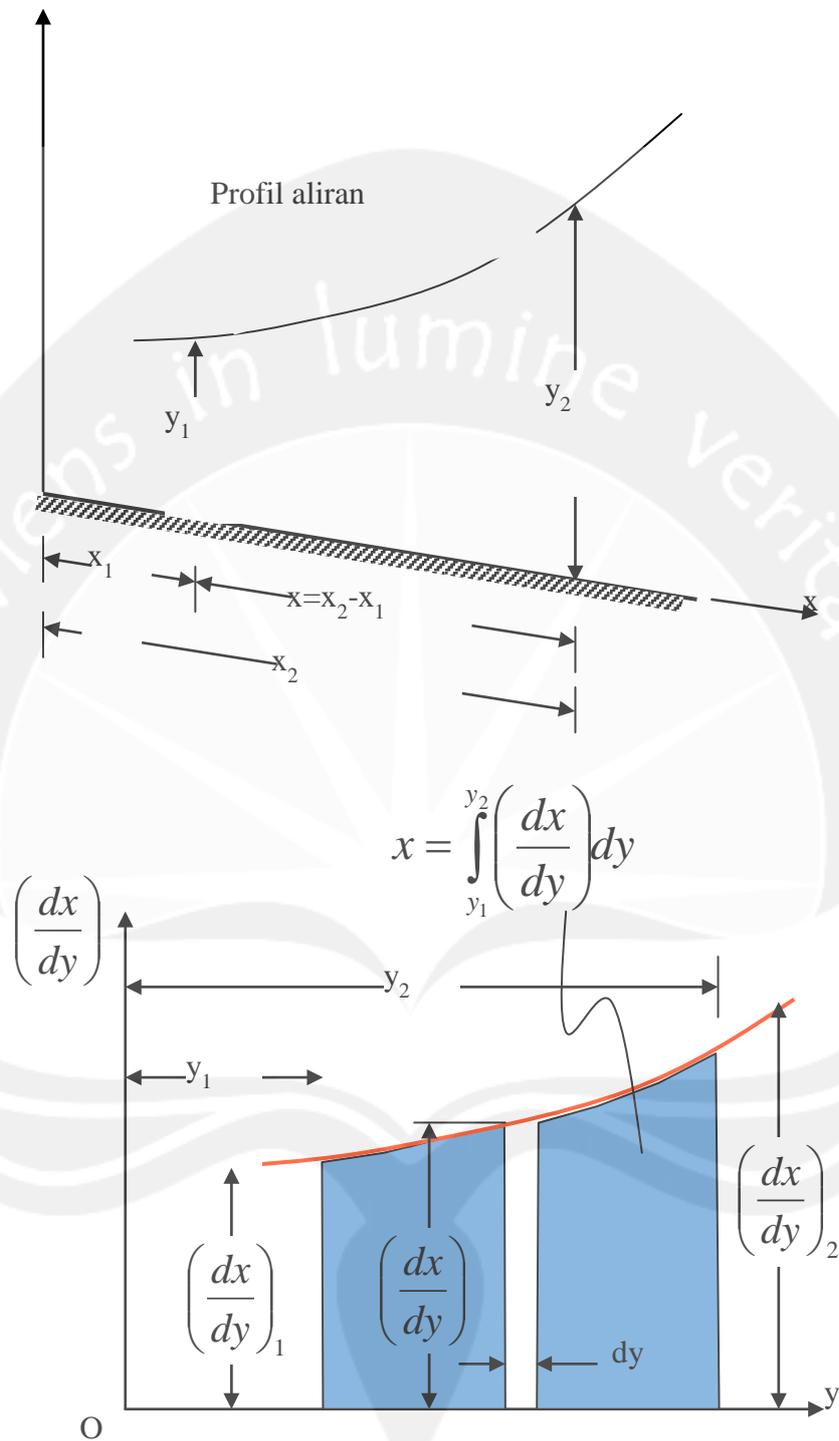
2.8.2. Metode integrasi grafis

Persamaan diferensial untuk aliran berubah lambat laun di atas akan diselesaikan secara integrasi grafis dan ditulis sebagai berikut:

$$\frac{dx}{dy} = \frac{1 - \frac{Q^2 T}{gA^3}}{I_0 - I_f}$$

Ruas kanan persamaan di atas hanya merupakan fungsi dari y untuk bentuk saluran tertentu, sehingga dapat ditulis sebagai $f(y)$ dan dapat ditulis menjadi:

$$dx = f(y) dy$$



Gambar 2.17. Sketsa Integrasi Grafis

Dipandang satu pias saluran yang dibatasi dua tampang lintang yang berjarak x_1 dan x_2 dari titik O yang mempunyai kedalaman y_1 dan y_2 .

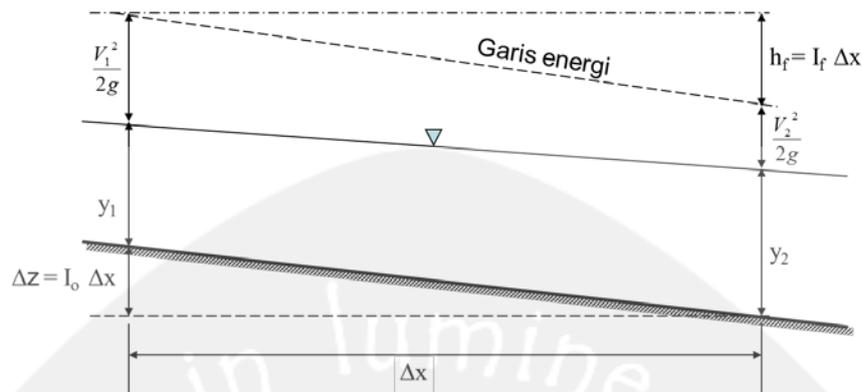
$$x = x_2 - x_1$$

$$\int_{x_1}^{x_2} dx = \int_{y_1}^{y_2} f(y) dy = \int_{y_1}^{y_2} \frac{dx}{dy} dy$$

Dengan menggunakan persamaan di atas untuk setiap nilai y dapat dihitung nilai dx/dy dan selanjutnya dapat digambar grafik hubungan antara dx/dy dan y seperti terlihat dalam gambar. Nilai x adalah sama dengan luasan yang diarsir. Dengan menghitung luasan tersebut maka dapat diperoleh nilai x (Gambar 2.17.).

2.8.3. Metode langkah langsung (*direct step*)

Metode langkah langsung dilakukan dengan membagi saluran menjadi sejumlah pias dengan panjang Dx (Gambar 2.18.). Mulai dari ujung batas hilir dimana karakteristik hidraulik diketahui, dihitung kedalaman air pada tampang di sebelah hulu. Prosedur hitungan tersebut diteruskan untuk tampang di hulu berikutnya, sampai akhirnya didapat kedalaman air di sepanjang saluran. Ketelitian tergantung panjang pias, semakin kecil Dx semakin teliti hasil yang diperoleh.



Gambar 2.18. Persamaan energi (Bernoulli)

$$z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Mengingat : $z_1 - z_2 = I_o \Delta x$ dan $h_f = I_f \Delta x$, maka:

$$z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

$$I_o \Delta x + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + I_f \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{\left(y_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) - \left(y_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right)}{I_o - I_f} \text{ atau } \Delta x = \frac{E_{s2} - E_{s1}}{I_o - I_f}$$

Dengan mengetahui karakteristik aliran dan kekasaran pada satu tampang maka kecepatan dan kedalaman aliran di tampang yang lain dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di atas. Kemiringan garis energi I_f adalah nilai rata-rata di tampang 1 dan 2, yang dapat didasarkan pada persamaan Manning atau Chezy. Apabila karakteristik aliran di kedua tampang diketahui maka jarak antara tampang dapat dihitung dengan rumus di atas.

Langkah-langkah hitungan :

1. Tentukan kedalaman kontrol sebagai awal
2. Perkirakan profil aliran atau perubahan kedalaman jika memungkinkan.
3. Pilihlah perbedaan kedalaman yang sesuai
4. Lakukan perhitungan pada rata-rata kedalaman
5. Hitunglah D_x
6. Ulangi lagi hingga perbedaan kedalaman dan jarak yang memadai tercapai

2.8.4. Metode langkah standar (standar step)

Metode ini dikembangkan dari persamaan energi total dari aliran pada saluran terbuka.

$$z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f \rightarrow E_1 = E_2 + h_f$$

Langkah-langkah hitungan :

1. Dicoba harga y (kedalaman air) sedemikian hingga memenuhi persamaan:
 $E_1 = E_2 + h_f$
2. Jika memenuhi persamaan tersebut maka telah diselesaikan satu tahap perhitungan.
3. Cara tersebut diulangi untuk titik-titik selanjutnya.

2.9. Loncatan Air

Apabila tipe aliran di saluran turbulen berubah dari aliran super-kritis menjadi sub-kritis, maka akan terjadi loncat air. Loncat air merupakan salah satu

contoh bentuk aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*). Aliran di bagian hulu adalah super-kritis sedang di bagian hilir adalah sub-kritis. Di antara kedua tipe aliran tersebut terdapat daerah transisi dimana loncat air terjadi (Aji dan Maraden 2008).

2.9.1. Tipe loncat air

Loncatan hidrolis yang terjadi pada dasar horisontal terdiri dari beberapa tipe. Sesuai penelitian yang dilakukan oleh Biro Reklamasi Amerika Serikat, tipe-tipe tersebut dapat dibedakan berdasarkan bilangan *Froude* (Fr), yaitu :

1. Undular *jump* ($Fr = 1 - 1,7$)

Perubahan aliran super-kritis menjadi sub-kritis terjadi secara tiba-tiba, terlihat deretan gelombang berombak di permukaan air atau loncatan berombak (*undular jumpa* seperti Gambar 2.19). Pembuangan energi yang terjadi sekitar 5%.

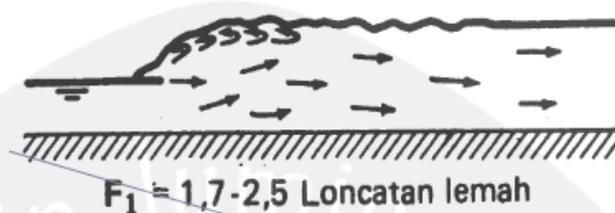


Gambar 2.19. *Under Jump* (Widiyanto, 2012)

2. *Weak jump* ($Fr = 1,7 - 2,5$)

Terbentuk rangkaian gulungan ombak pada permukaan loncatan, tetapi permukaan air dihilir tetap halus. Secara keseluruhan kecepatannya seragam, gelombang pada permukaan (loncat air) mulai pecah, loncat air masih lemah

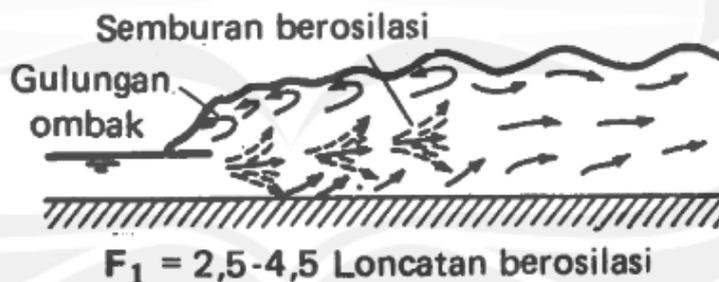
(*weak jump* seperti Gambar 2.20). Pembuangan energi yang terjadi sekitar 5%-15%.



Gambar 2.20. *Weak Jump* (Widiyanto, 2012)

3. *Oscilating Jump* ($Fr = 2,5 - 4,5$)

Terdapat semburan berisilasi menyertai dasar loncatan bergerak ke permukaan dan kembali lagi tanpa periode tertentu. Terjadi osilasi (*oscillating jump* seperti Gambar 2.21), loncat air dengan gelombang di belakangnya. Pembuangan energi yang terjadi sekitar 15%-45%.

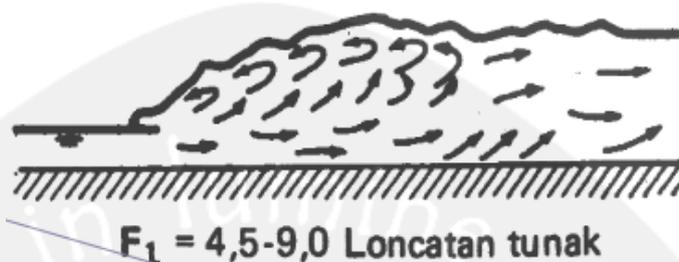


Gambar 2.21. *Oscilating Jump* (Widiyanto, 2012)

4. *Steady Jump* ($Fr = 4,5 - 9,0$)

Ujung-ujung permukaan hilir akan bergulung dan titik dimana kecepatan semburannya tinggi cenderung memisahkan diri dari aliran. Loncatan semacam ini sangat seimbang dan karakteristiknya adalah yang terbaik, oleh karena itu loncatan ini yang terbaik untuk peredam Energi yaitu loncatan tetap (*steady jump*

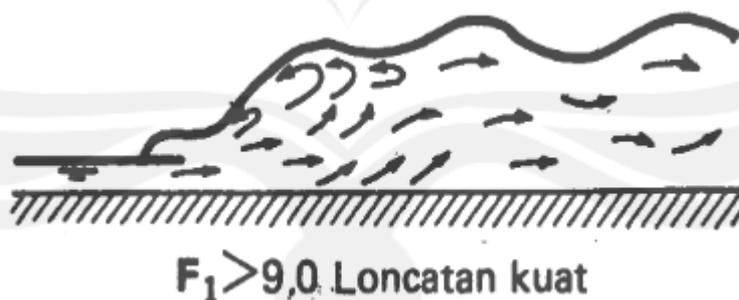
seperti Gambar 2.22), tidak terjadi gelombang di hilir. Pembuangan energi yang terjadi sekitar 45%-70%.



Gambar 2.22. *Steady Jump* (Widiyanto, 2012)

5. *Strong Jump* ($Fr > 9,0$)

Kecepatan semburan yang tinggi akan memisahkan hampasan gelombang gulung dari permukaan loncatan, menimbulkan gelombang – gelombang hilir dan loncatan ini disebut loncatan kuat (*strong jump* seperti Gambar 2.23), terjadi gelombang di hilirnya. Pembuangan energi yang terjadi sekitar 70%-85%.



Gambar 2.23. *Strong Jump* (Widiyanto, 2012)

2.9.2. Perhitungan loncat air

Pengaruh gravitasi terhadap aliran dapat dinyatakan dengan angka *Froude*. Untuk menghitung angka *Froude* pada awal loncat air dan di bagian hilir setelah loncatan air digunakan persamaan sebagai berikut :

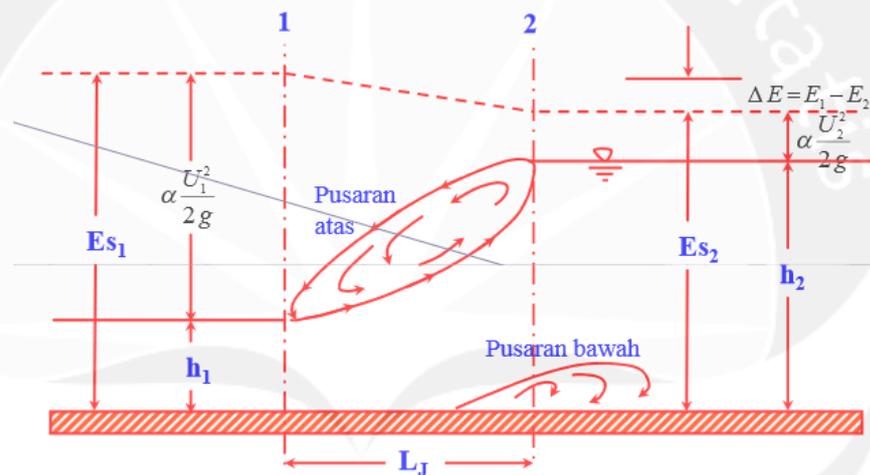
$$Fr = \frac{V}{\sqrt{(gy)}}$$

Fr = angka Froude

V = kecepatan aliran (cm/det)

g = gravitasi (cm/det²)

y = kedalaman aliran (cm)



Gambar 2.24. Persamaan loncat air (Widiyanto, 2012)

Gaya spesifik antara tampang 1 dan tampang 2 adalah sama, yaitu $F_1 = F_2$.

$$F = P \cdot A \quad \rightarrow F = \rho \cdot Y \cdot A \quad \rightarrow \frac{Q_1^2}{g A_1} + z_1 A_1 = \frac{Q_2^2}{g A_2} + z_2 A_2$$

Dengan penurunan persamaan gaya spesifik, momentum dan energi spesifik didapatkan persamaan :

$$y_2 = \frac{1}{2} y_1 (\sqrt{1 + 8 Fr_1^2} - 1) \rightarrow \text{notasi } y \text{ biasa juga diganti dengan } h$$

Sedangkan kehilangan energi akibat loncat air adalah sama dengan perbedaan energi sebelum dan sesudah terjadinya loncat air (Gambar 2.24).

$$\Delta E_s = E_{s1} - E_{s2} \quad \rightarrow \quad \Delta E_s = \left(h_1 + \frac{\alpha U_1^2}{2g} \right) - \left(h_2 + \frac{\alpha U_2^2}{2g} \right)$$

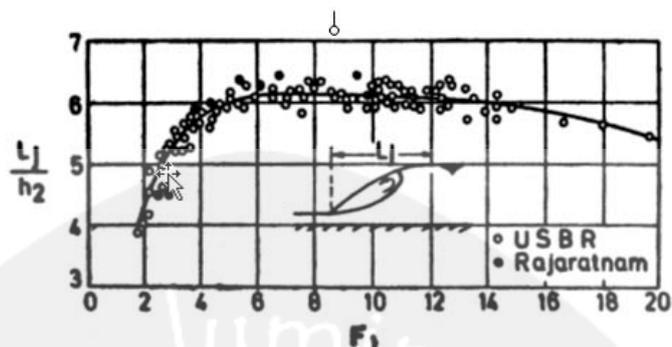
Sehingga didapatkan persamaan :

$$\Delta E_s = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4 y_1 y_2}$$

Panjang loncatan air yang lain adalah jarak mendatar antara permukaan awal loncatan air sampai pada titik di permukaan gulungan ombak yang segera menuju hilir (Chow dan Rosalina, 2003). Panjang loncat air sukar ditentukan secara teoritis, tetapi telah diteliti dengan cara percobaan oleh beberapa ahli hidraulika yang didapatkan hasil sebagai berikut (Widiyanto, 2012):

- Woyeiski (1931) $\rightarrow \frac{L_j}{(y_2 - y_1)} = C - 0.05 \frac{y_2}{y_1} \rightarrow C = 8$
- Smetana (1933) $\rightarrow L_j = C (y_2 - y_1) \rightarrow C=6$
- Silvester (1964) $\rightarrow L_j = 9.75(Fr_1^2 - 1)^{1.01}$
- USBR Rajaratnam $\rightarrow L_j = A (y_2 - y_1) \rightarrow$ berdasar angka Froude

Di sini yang akan menjadi acuan adalah hasil percobaan biro reklamasi Amerika Serikat (USBR), yaitu $L_j = A (y_2 - y_1)$, dengan A adalah satu konstanta yang nilainya berkisar antara 5,0 – 6,9, L_j adalah panjang loncat air, y_2 adalah kedalaman air di bagian hilir, dan y_1 adalah kedalaman awal loncatan air (Gambar 2.25).



Gambar 2.25. Grafik panjang loncat air, (L_j/h_2) vs. Angka Froude, Fr
(Widiyanto, 2012)

2.10. HTML5

HTML5 adalah sebuah bahasa markah untuk menstrukturkan dan menampilkan isi dari Waring Wera Wanua, sebuah teknologi inti dari Internet. HTML5 adalah revisi kelima dari HTML (yang pertama kali diciptakan pada tahun 1990 dan versi keempatnya, HTML4, pada tahun 1997) dan hingga bulan Juni 2011 masih dalam pengembangan. Tujuan utama pengembangan HTML5 adalah untuk memperbaiki teknologi HTML agar mendukung teknologi multimedia terbaru, mudah dibaca oleh manusia dan juga mudah dimengerti oleh mesin.

HTML5 merupakan salah satu karya Konsorsium Waring Wera Wanua (*World Wide Web Consortium*, W3C) untuk mendefinisikan sebuah bahasa markah tunggal yang dapat ditulis dengan cara HTML ataupun XHTML. HTML5 merupakan jawaban atas pengembangan HTML 4.01 dan XHTML 1.1 yang selama ini berjalan terpisah, dan diimplementasikan secara berbeda-beda oleh banyak perangkat lunak pembuat *web*.

Kelompok Kerja Teknologi Aplikasi *Web Hyperteks* (*Web Hypertext Application Technology Working Group*, WHATWG) mulai membuat standar baru ini pada tahun 2004 ketika Konsorsium W3C sedang fokus pada pengembangan XHTML 2.0 di masa depan, sementara HTML 4.01 belum pernah diperbarui sejak tahun 2000. Sejak tahun 2009, W3C dan WHATWG bekerja sama dalam pengembangan HTML5 setelah W3C mengakhiri Kelompok Kerja Pengembangan XHTML 2.0.

Meskipun HTML5 telah dikenal luas oleh para pengembang *web* sejak lama, HTML5 baru mencuat pada April 2010 setelah CEO Apple Inc., Steve Jobs, mengatakan bahwa dengan pengembangan HTML5, "*Adobe Flash* sudah tidak dibutuhkan lagi untuk menyaksikan video atau menyaksikan konten apapun di web." (Jobs, 2010 dalam: <http://www.youtube.com/watch?v=YPb9eRNyIrQ>, 2013)

Beberapa keuntungan yang dimiliki HTML5, yakni fitur baru *based on* HTML, CSS, DOM, dan JavaScript, mengurangi ketergantungan untuk *external plugins* (seperti Flash), fitur *canvas* untuk *2D drawing*, *audio* dan *video* untuk *media playback*, penanganan *error* yang lebih baik, lebih banyak *markup* untuk menggantikan *scripting*, dan lain-lain. (Sharma, dkk., 2012)

Beberapa spesifikasi juga sudah stabil dan dapat diterapkan pada HTML 5, antara lain:

2.9.1. Markup

HTML 5 memperkenalkan beberapa elemen baru dan atribut yang merefleksikan tipikal penggunaan *website* modern. Beberapa diantaranya adalah

pergantian yang bersifat semantik, seperti elemen (<div>) dan inline (). Banyak elemen lain yang memberikan fungsi baru melalui *interface* yang telah distandarkan, seperti elemen multimedia <audio> dan <video>. Beberapa elemen yang dapat dikerjakan menggunakan *Cascading Style Sheet* (CSS) ditiadakan, seperti dan <center>.

2.9.2. Elemen – elemen baru terhadap HTML4 di HTML5

HTML5 memperkenalkan beberapa elemen baru terhadap HTML4 dan versi sebelumnya yang tersedia, dan ini adalah elemen – elemen baru yang digunakan untuk pemrograman HTML5 tersebut (Wikipedia 2013):

- **<article>**, mendefinisikan konten eksternal.
- **<aside>**, mendefinisikan konten yang ditampilkan di samping atau sejajar dengan artikel di halaman web (mungkin sebagai gambaran ini adalah sidebar).
- **<audio>**, mendefinisikan file suara seperti musik atau *audio streaming* lainnya.
- **<canvas>**, mendefinisikan gambar 2D seperti grafik atau image lainnya.
- **<command>**, mendefinisikan tombol perintah seperti *radio button, checkbox, atau button*.
- **<datagrid>**, mendefinisikan *selectable data list*. Datagrid ditampilkan sebagai *tree-list*.
- **<datalist>**, mendefinisikan *selectable data list*. Gunakan elemen ini bersama – sama dengan *input* elemen, untuk membuat *dropdown list* untuk *input value*.

- **<datatemplate>**, mendefinisikan *container* dari template data. Elemen ini harus memiliki elemen di bawahnya untuk mendefinisikan template: elemen **<rule>**.
- **<details>**, mendefinisikan detail dari sebuah elemen, yang dapat dilihat oleh user, dan dapat di sembunyikan saat di klik.
- **<dialog>**, mendefinisikan dialog, sama seperti semua pembicaraan.
- **<embed>**, mendefinisikan *embedded content*, seperti sebuah *plug-in*.
- **<eventsource>**, mendefinisikan *source* untuk *event* yang di kirim oleh server.
- **<figure>**, digunakan untuk *grouping* beberapa elemen.
- **<footer>**, mendefinisikan bagian *footer* dari sebuah dokumen. Biasanya berisi nama dari *author*, tanggal document dibuat ataupun informasi kontak.
- **<header>**, mendefinisikan bagian *header* dari sebuah dokumen.
- **<mark>**, mendefinisikan teks yang di tandai, gunakan ini untuk memberikan *highlights* pada beberapa bagian dari text.
- **<meter>**, mendefinisikan *measurement*. Gunakan hanya untuk pengukuran dengan nilai minimum dan maximum yang sudah di ketahui.
- **<nav>**, mendefinisikan bagian link navigasi.
- **<nest>**, mendefinisikan *nesting point* dalam *data template* untuk *child element*. Gunakan bersama – sama dengan elemen **<datatemplate>** dan **<rule>**.

- **<section>**. mendefinisikan bagian dari dokumen. Seperti halnya sebuah header dan footer.
- **<source>**, mendefinisikan elemen untuk *resources media*, seperti halnya `<video>` dan `<audio>`.
- **<time>**, mendefinisikan waktu atau tanggal, ataupun keduanya.
- **<video>**, mendefinisikan media video, seperti video klip atau *video streaming* lainnya.

2.9.3. Perubahan dasar pada HTML5

Ini adalah bagian yang mengubah cara membuat struktur *website* secara fundamental. Termasuk dalam daftar di bawah ini adalah 6 elemen baru yang dapat membantu agar lebih konsisten dalam pembuatan struktur dasar dari program HTML5. Elemen – elemen tersebut adalah (Wikipedia 2013):

- `<nav>`
- `<section>`
- `<article>`
- `<header>`
- `<footer>`
- `<aside>`

Elemen – elemen ini akan menggantikan elemen `<div>` yang sekarang sering digunakan untuk membuat struktur dasar dari website.

2.9.4. API baru

Pada HTML 5 telah dispesifikasikan pengkodean *application programming interfaces* (API). Antarmuka *document object model* (DOM) yang ada dikembangkan. Beberapa API terbaru pada HTML 5 antara lain :

- 2D Drawing API, adalah API yang dapat digunakan untuk manipulasi *image* 2D yang terintegrasi dengan elemen *canvas*.
- Audio and Video API, adalah API yang dapat digunakan untuk memutar dan memainkan media Video dan Audio. API ini sudah terintegrasi dengan elemen audio dan video dari HTML 5.
- API yang memungkinkan untuk membuat *offline web application*.
- API yang memungkinkan *web application* dapat meregister sendiri untuk beberapa tipe protokol dan media.
- Editing API di kombinasikan dengan atribut *content editable global* yang baru.
- *Drag and Drop* API di kombinasikan dengan atribut *drag-able*.
- API yang dapat mengekspos histori dari *browser* untuk menambahkan halaman web yang sedang di akses sehingga bisa menambahkan tombol *Back* di halaman web.
- Cross-document messaging.

Prinsip dari API yang disediakan dari HTML 5 ini adalah agar developer lebih mudah dalam membuat sebuah aplikasi web. Silahkan lihat point ketiga yaitu API untuk *offline web application*, ini merupakan kabar baik untuk user dan

developer atau programmer karena dapat menciptakan aplikasi web yang penuh fitur pada *offline environment*.

Penanganan Kesalahan, *Web Explorer* HTML 5 (text/html) akan fleksibel dengan menangani kesalahan sintaks. HTML 5 didesain agar *web explorer* lama dapat dengan aman mengabaikan konstruksi HTML 5 yang baru. Spesifikasi HTML 5 memberikan aturan detail untuk memarsing sebagai persyaratan agar berbagai *web explorer* tetap memberikan hasil yang sama saat terjadi kesalahan sintaks.

2.11. CSS 3

Cascading Style Sheet (CSS) merupakan salah satu bahasa pemrograman web untuk mengendalikan beberapa komponen dalam sebuah web sehingga akan lebih terstruktur dan seragam. CSS 3 tidak mendefinisikan semua fitur dalam spesifikasi tunggal yang besar seperti CSS 2, CSS 3 dibagi menjadi beberapa dokumen terpisah yang disebut "modul". Setiap modul menambahkan kemampuan baru atau memperluas fitur didefinisikan dalam CSS 2, lebih menjaga kompatibilitas ke versi sebelumnya. Pengerjaan CSS level 3 dimulai sekitar waktu penerbitan *Recommendation 2* asli CSS. CSS 3 Draft awal dipublikasikan pada bulan Juni 1999.

Karena modularisasi, modul yang berbeda memiliki kestabilan yang berbeda dan berada dalam status yang berbeda. Pada Maret 2011, ada lebih dari 40 modul CSS diterbitkan dari Kelompok Kerja CSS. Beberapa modul seperti Selectors, Namespace, Color dan Media Queries dianggap stabil dan baik dalam Candidate Recommendation. Setelah CSS 2.1 selesai dan diterbitkan sebagai

Rekomendasi, CSS 3 juga berlanjut ke tahap Recommendation. Pada tanggal 7 Juni 2011, secara resmi CSS 3 Color Modul diterbitkan sebagai Rekomendasi W3C (Wikipedia 2013).

2.11.1. Kelebihan CSS3

1. Memisahkan desain dengan konten halaman web.
2. Mengatur desain seefisien mungkin.
3. Jika ingin mengubah suatu tema halaman web, cukup modifikasi pada css saja.
4. Menghadirkan sesuatu yang tidak dapat dilakukan oleh HTML.
5. Lebih mudah didownload karena lebih ringan ukuran filenya.
6. Satu CSS dapat digunakan banyak halaman web.
7. dan masih banyak lagi

2.11.2. Kekurangan CSS3

1. Tampilan pada *browser* berbeda-beda.
2. Kadang juga terdapat *browser* yang tidak support CSS (*browser* lama).
3. Harus tahu cara menggunakannya.
4. dibutuhkan waktu lebih lama dalam membuatnya.
5. Belum lagi ada *bug/error* dalam CSS.

2.11.3. Fitur terbaru di CSS3

CSS 3 memiliki beberapa fitur baru, seperti:

1. Animasi, sehingga pembuatan animasi tidak memerlukan program sejenis Adobe Flash dan Microsoft Silverlight

2. Beberapa efek teks, seperti teks berbayang, kolom koran, dan "*word-wrap*".
3. Jenis huruf eksternal, sehingga dapat menggunakan huruf yang tidak termasuk "*web-safe fonts*".
4. Beberapa efek pada kotak, seperti kotak yang ukurannya dapat diubah-ubah, transformasi 2 dimensi dan 3 dimensi, sudut-sudut yang tumpul dan bayangan.

