

## Simulasi Pengisian Tangki Cairan dengan Banyak Variabel

Catur Edi Widodo

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro

### Abstract

*A program for determination of the height of liquid in the container has been done with Python programming language version 4.2. Program was simulated by position of the height of the liquid dependent on the time. Program was constuct by mean finite difference equation in object oriented programming Python. Object simulation is container with given radius and infinitif height and has two crane that is liquid enter crane and liquid leaves crane. Input parameter is radius of container, radius of enter crane, radius of leaves crane, and flow rate of enter crane. Output is height level of liquid. The result of simulation indicated the terminal velocity is dependent or radius of enter crane, radius of leaves crane, and flow rate of enter crane.*

### Abstrak

*Telah dibuat program untuk menghitung tinggi level cairan pada tandon yang memiliki keran sumber dan keran keluar dengan menggunakan bahasa pemrograman Python versi 4.2. Program berupa simulasi posisi tinggi cairan terhadap waktu dengan hasil tampilan berupa grafik level terhadap waktu. Program dibangun berdasarkan metode beda hingga menggunakan bahasa pemrograman berorientasi obyek yaitu Python. Obyek yang disimulasikan adalah tandon dengan diameter tertentu dan tinggi tak terhingga yang mendapat masukan aliran cairan dari keran dengan kecepatan aliran tetap dan keluaran berupa keran dengan diameter tertentu. Parameter input berupa radius tandon, radius keran sumber, radius keran keluaran, dan kecepatan aliran keran sumber. Output berupa tinggi level cairan pada tandon. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tinggi cairan tergantung dari radius keran sumber, radius keran keluaran, dan kecepatan aliran keran sumber .*

### Pendahuluan

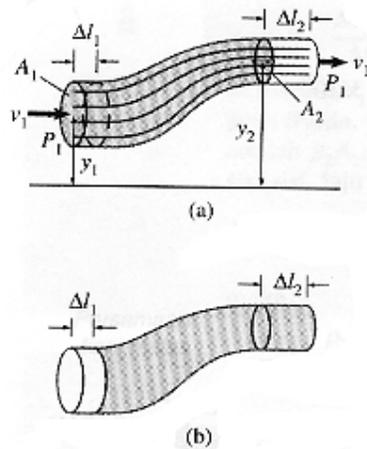
Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, hampir semua proses di industri dapat disimulasikan menggunakan komputer grafis. Simulasi komputer dibuat untuk mempermudah manusia mempelajari, mengamati, dan meramalkan fenomena proses yang mungkin terjadi. Pada prinsipnya simulasi dapat dilakukan dengan berbagai cara misalnya dengan deretan angka-angka, gambar, grafik, atau visualisasi dengan komputer. Dengan simulasi berbasis komputer, biaya yang dikeluarkan dapat diperkecil karena pemodelannya tidak harus dalam dunia nyata dengan ukuran yang sebenarnya. Dengan simulasi berbasis komputer, biaya riset dapat ditekan seminimal mungkin [1]. kesalahan yang banyak terjadi sistem fluida, misalnya distribusi fluida pada tandon tandon penyimpan dan pemroses [2].

Solusi eksak untuk interaksi yang sederhana misalnya kebocoran tangki karena lubang kecil, dapat diturunkan secara analitik dari hukum Newton II. Tetapi untuk masalah dengan kondisi yang kompleks misalnya beberapa tangki cairan dengan kedudukan(level) yang berbeda dan dengan diameter pipa penghubung yang berbeda, solusi secara analitik sudah tidak memungkinkan lagi. Cara yang ditempuh adalah dengan simulasi. Dengan simulasi, level dan kecepatan alir tiap tangki dapat digambarkan secara numeris maupun visual [3]. Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi penentuan level cairan dalam tandon yang mendapatkan masukan dari keran dengan debit tertentu dan keran keluaran dengan diameter tertentu.

### Teori

Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa pada suatu daerah yang berkecepatan fluida tinggi, mempunyai

tekanan rendah, sedangkan pada suatu daerah yang berkecepatan rendah mempunyai tekanan tinggi[4]. Sebagai contoh, jika tekanan pada titik 1 dan 2 pada gambar 1 diukur, akan ditemukan bahwa tekanan pada titik 2 lebih kecil, sementara kecepatan lebih besar, dari titik 1, kecepatan lebih kecil. Bernoulli mengembangkan persamaan yang menyatakan prinsip ini secara kuantitatif. Untuk menurunkan persamaan Bernoulli, dianggap aliran fluida tetap dan laminar, fluida tersebut tidak bisa ditekan, dan viskositas cukup kecil sehingga bisa diabaikan [5].



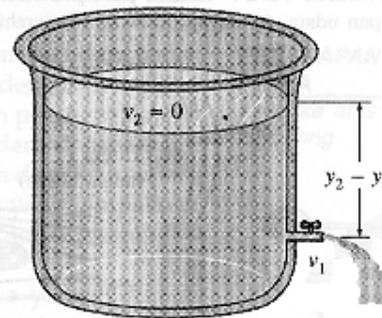
Gambar 1. Aliran fluida [4].

Agar berlaku umum, dianggap fluida mengalir dalam tabung dengan penampang lintang yang tidak sama, yang ketinggiannya berubah terhadap suatu tingkat acuan tertentu. Dapat diperhitungkan banyaknya fluida dan menghitung kerja yang dilakukan untuk memindahkannya dari posisi yang ditunjukkan di (a) ke posisi yang digambarkan pada (b), Pada proses ini, fluida pada titik 1 mengalir sejauh  $dl_1$  dan memaksa fluida pada titik 2 untuk berpindah sejauh  $dl_2$ . Fluida di sebelah kiri titik memberikan tekanan  $P_1$  dan pada bagian kanan  $P_2$ .

Dengan memperhatikan prinsip kerja energi yaitu kerja total yang dilakukan pada sistem sama dengan perubahan energi kinetiknya, maka dapat diperoleh persamaan Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan Bernoulli ini dapat dipakai pada banyak situasi. Satu contoh adalah untuk menghitung kecepatan zat cairan  $v_i$  yang keluar dari keran yang berada di dasar tandon cairan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Aliran fluida dari dasar bejana [4].

Dengan menganggap diameter bejana lebih besar jika dibandingkan dengan diameter keran, maka harga  $v_2$  akan mendekati nol. Titik 1 (keran) dan 2 (permukaan) terbuka terhadap atmosfer sehingga tekanan pada kedua titik sama dengan tekanan atmosfer yaitu  $P_1 = P_2$ . Jadi persamaan Bernoulli menjadi:

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_2 \text{ atau } V_1 = \sqrt{2g(y_2 - y_1)} \dots (2)$$

## Metode

### 1. Alat dan Bahan

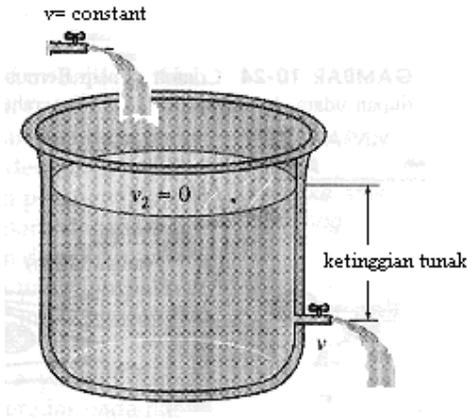
Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- Satu set komputer dengan prosesor pentium dan monitor berwarna.
- Sistem operasi Windows
- Bahasa pemrograman Python

### 2. Model sistem

Model system yang disimulasikan dapat dilihat pada gambar 3. Adapun variabel-variabel yang ditentukan adalah

diameter tandon, diameter keran sumber, diameter keran keluar, dan kecepatan aliran keran sumber. Hasil yang dicari adalah tinggi cairan ketika keadaan sudah *steady state* (tunak)



Gambar 3. Sistem tandon

### 3. Tahapan

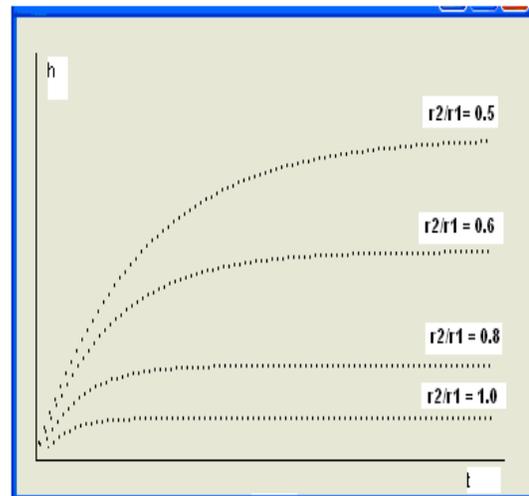
Tahapan penelitian mengikuti alur pengembangan perangkat lunak paradigma *waterfall* yang meliputi analisis *requirement* atau persyaratan, desain, implementasi, dan testing. Tahapan analisis kebutuhan meliputi penentuan fungsi-fungsi perangkat lunak. Sebagai masukan dalam analisis adalah deskripsi sistem yang akan dibangun. Hasil analisis dituangkan dalam bentuk *Software Requirement Specification* berupa deskripsi fungsional, deskripsi informasi, dan deskripsi perilaku. Tahapan desain meliputi perancangan arsitektur sistem, antar muka dan algoritma yang siap diimplementasikan. Sebagai masukan dalam desain adalah *Software Requirement Specification*. Hasil proses tahap desain berupa *Design Specification* berupa desain struktur data, desain arsitektural, desain procedural, dan desain antar muka. Tahapan implementasi berupa penulisan program (*coding*) berdasarkan algoritma yang telah dihasilkan oleh tahap desain. Program dilaksanakan menggunakan bahasa pemrograman Python.

Tahapan testing atau pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah

program sudah benar. Pengujian berupa verifikasi apakah software yang dihasilkan sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan serta validasi apakah fungsi-fungsi yang terbentuk sudah benar (valid).

### Hasil dan Pembahasan

Setelah melalui tahapan-tahapan requiremen sampai pengujian, diperoleh hasil simulasi seperti pada gambar 4. Semua besaran dianggap bersatuan SI.



Gambar 4. Hasil Simulasi Tahapan-tahapan Requiremen Sampai Pengujian

Dengan diameter tandon  $r1=10$ , diameter keran sumber = 0.1 serta kecepatan 100, dengan variasi keran keluar  $r2=0.1, 0.08, 0.06, 0.05$  diperoleh tinggi cairan dalam keadaan tunak berturut-turut adalah 10.0, 15.6, 27.7 dan 39.5. Artinya makin tinggi rasio  $r1/r2$  makin tinggi level cairan dalam keadaan tunak.

Simulasi lebih lanjut dengan bervariasi diameter tendon untuk dan variabel-variabel yang lain tetap, diperoleh data bahwa makin besar diameter tendon, level keadaan tunak tidak berubah, hanya waktu pencapaian berbeda. Makin besar diameter tendon, makin lama waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan tunak. Dengan memvariasi kecepatan tendon, dan variabel-variabel yang lain tetap, diperoleh data bahwa makin besar kecepatan cairan

pada keran sumber, makin tinggi level cairan dalam keadaan tunak.

### **Kesimpulan**

Dari hasil simulasi pengisian cairan pada tandon dengan variasi diameter tandon, diameter keran sumber, diameter keran keluar, dan kecepatan aliran keran sumber ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1). Makin besar keran sumber, level keadaan tunak makin tinggi
- 2). Makin besar keran keluar, level keadaan tunak makin rendah
- 3). Makin besar kecepatan aliran keran sumber, level keadaan tunak makin tinggi

- 4). Makin besar diameter tandon, waktu untuk mencapai keadaan tunak makin besar.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Setiawan, S., 1990, "Sistem Simulasi", Andi Offset, Yogyakarta.
- [2] Makrup, L., 2001, "Aliran Sungai dan Muara", U.I.I. Press, Yogyakarta
- [3] Bolton, W., 1998, "Mechatronics", . Addison Wesley, New York.
- [4] Giancoli, D., 1998, "Fisika" (terjemahan), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [5] White, M. F., 1979, "Viscous Fluid Flow", McGraw-Hill, New York.