

SMOOTHED PARTICLE HYDRODYNAMICS (SPH)

Oleh:
Warniyati

Metode Komputasi Dinamika Fluida

Berbasis grid

Lagrangian

Finite Difference
Method (FDM)

Finite Volume
Method (FVM)

Finite Element
Method (FEM)

Eulerian

Tanpa grid
(meshfree)

Lagrangian

Brownian
Dynamics (BD)

Dissipative Particle
Dynamics (DPD)

Smoothed Particle
Hydrodynamics (SPH)

Smoothed Partikel Hydrodinamic (SPH)

- *Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)* merupakan metode komputasional yang tidak berbasis grid (*mesh*) tetapi berbasis partikel.
- Daerah komputasi (domain) tersusun oleh titik hitung yang merupakan kumpulan partikel atau dikenal dengan istilah *meshfree*.
- Setiap partikel memiliki sifat-sifat yang dipengaruhi oleh sifat partikel yang ada disekelilingnya (misalnya : massa, densitas, kecepatan, tekanan, gaya)
- Sifat partikel saling mempengaruhi satu terhadap yang lain.

Formulasi SPH

Persamaan umum metode SPH

$$f(x_i) = \int_{\Omega} f(x_j) \delta(x_i - x_j) dx_j$$

$\delta(x_i - x_j)$ diganti dengan fungsi pembobot $W(x_i - x_j, h)$ yang disebut dengan fungsi **smoothing kernel**, sehingga untuk :

$$\langle f(x_i) \rangle = \int_{\Omega} f(x_j) W(r_{ij}, h) dx_j$$

Dimana: i = indek partikel pertama

j = indek partikel lain disekitar i

r_{ij} = jarak antar partikel i dan j

h = *smoothing length*

Pendekatan Partikel

Pendekatan partikel dalam domain support

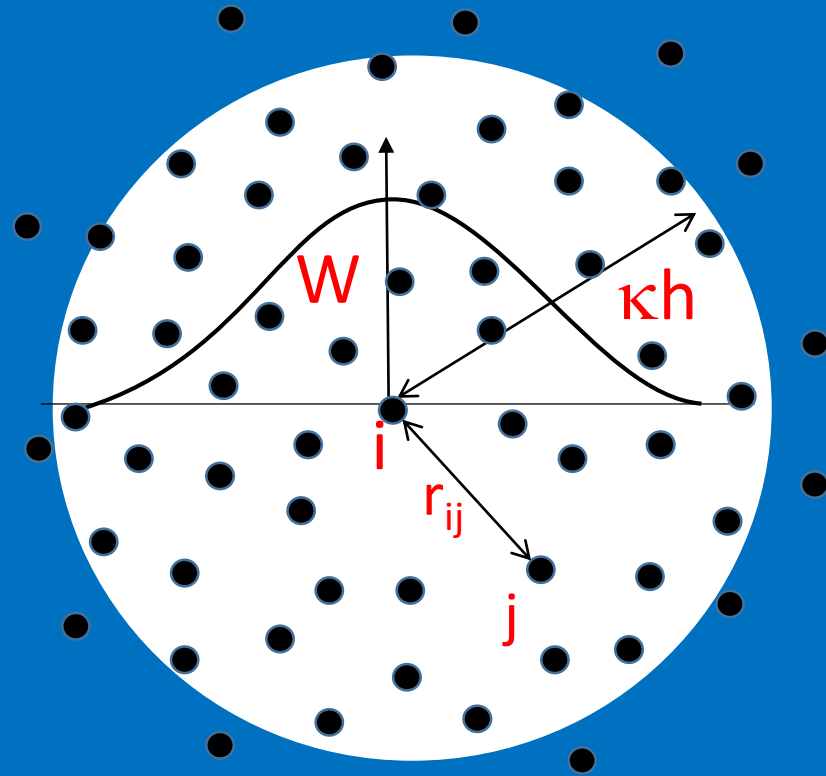
$$f(x_i) = \int_{\Omega} f(x_j) W(r_{ij}, h) dx_j \\ \cong \sum_{j=1}^N f(x_j) W(r_{ij}, h) \Delta V_j$$

$$m_j = \Delta V_j \rho_j$$

Maka

$$f(x_i) = \sum_{j=1}^N \frac{m_j}{\rho_j} f(x_j) W_{ij}$$

Dengan $W_{ij} = W(r_{ij}, h)$ adalah fungsi smoothing kernel



Fungsi *Smoothing Kernel* (W)

Smoothing kernel mempengaruhi akurasi, kestabilan dan kecepatan dalam SPH .

Tipe *smoothing kernel*:

1. Lucky [1977] , fungsi *bell-shaped*

$$W(x_i - x_j, h) = W(R, h) = \alpha_d \begin{cases} (1 + 3R)(1 - R)^3 & R \leq 1 \\ 0 & R > 1 \end{cases}$$

$R = \frac{r_{ij}}{h} = \frac{|x_i - x_j|}{h}$ adalah jarak relatif antara dua partikel

α_d untuk satu dimensi, dua dimensi dan tiga dimensi adalah $5/4h$, $5/\pi h^2$, $105/16\pi h^3$.

2. Monaghan dan Lattanzio [1985], fungsi *cubic spline*

$$W(R, h) = \alpha_d \begin{cases} \frac{2}{3} - R^2 + \frac{1}{2}R^3 & 0 \leq R < 1 \\ \frac{1}{6}(2 - R)^3 & 1 \leq R < 2 \\ 0 & R \geq 2 \end{cases}$$

α_d untuk satu dimensi, dua dimensi dan tiga dimensi adalah $1/h$, $15/7\pi h^2$, $3/2\pi h^3$

3. Morris [1994, 1996]

$$\text{Fungsi } \textit{quartic spline}, \quad W(R, h) =$$
$$\alpha_d \begin{cases} (R + 2,5)^4 - 5(R + 1,5)^4 + 10(R + 0,5)^4 & 0 \leq R < 0,5 \\ (2,5 - R)^4 - 5(1,5 - R)^4 & 0,5 \leq R < 1,5 \\ (2,5 - R)^4 & 1,5 \leq R < 2,5 \\ 0 & R \geq 2,5 \end{cases}$$

Dengan α_d untuk satu dimensi adalah $1/24h$

$$\text{Fungsi } \textit{quintic spline}, \quad W(R, h) =$$
$$\alpha_d \begin{cases} (3 - R)^5 - 6(2 - R)^5 + 15(1 - R)^5 & 0 \leq R < 1 \\ (3 - R)^5 - 6(2 - R)^5 & 1 \leq R < 2 \\ (3 - R)^5 & 2 \leq R < 3 \\ 0 & R \geq 3 \end{cases}$$

α_d berturut-turut untuk satu dimensi, dua dimensi dan tiga dimensi adalah $120/h$, $7/478\pi h^2$, $3/359\pi h^3$

SEKIAN