

# Tugasan 2 (SIF3012)

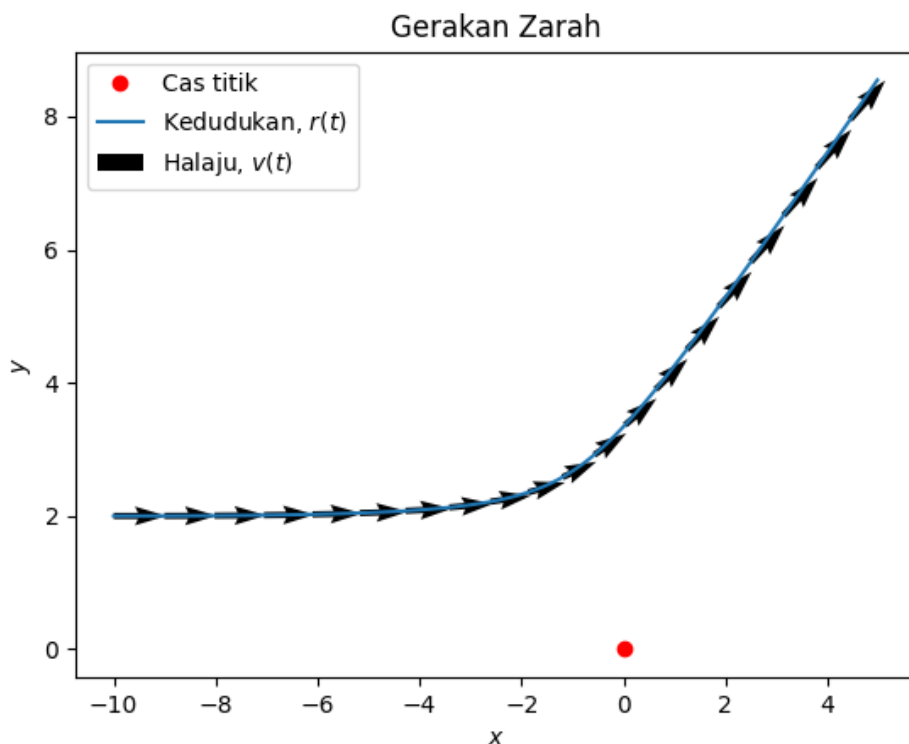
Ilmi Hazim Saharuddin (U2000586)

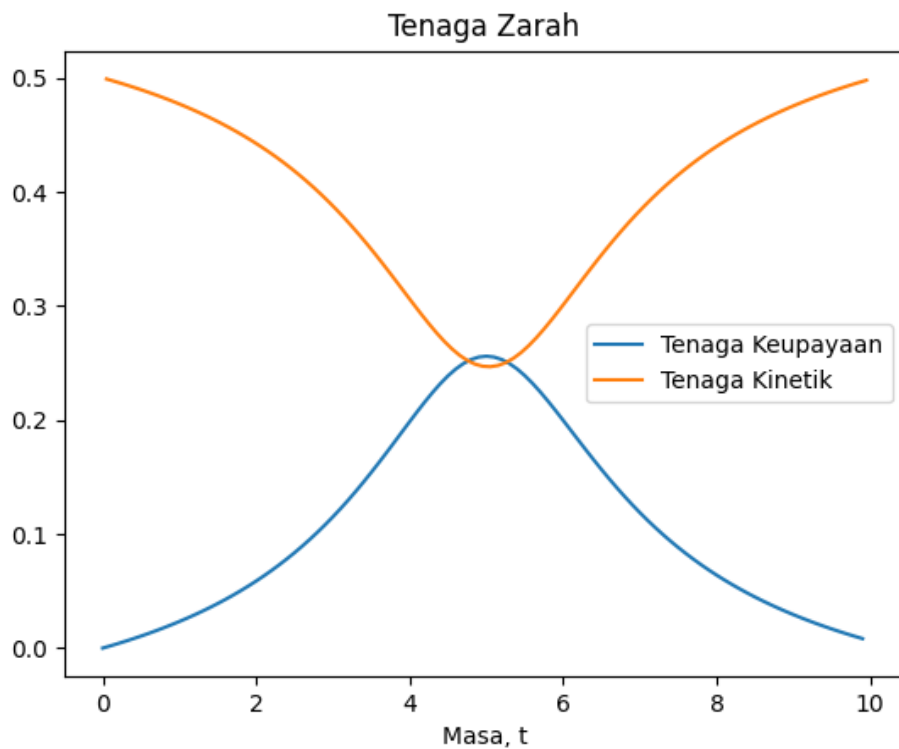
## 1

Katakan zarah berjirim  $m = 1$ , dan bercas  $e = 1$ , berada dalam medan elektrik satu cas titik bersandarkan masa dan ruang,  $\vec{E}(\vec{r}, t) = \frac{1}{|r|^3} \hat{r}$ . Gerakannya boleh diperoleh menggunakan kaedah lompat katak.

Halaju  $v_{1/2}$  di masa  $t_{1/2}$  dikira menggunakan kaedah Euler yang lazim:  $v_{1/2} = v_0 + a\Delta t$ , dan digunakan untuk memperoleh halaju di sela masa seterusnya,  $v_{n+1} = v_n + 2a\Delta t$ . Kedudukan  $x_n$  pula dikemaskini mengikut  $v_{n-1/2}$  pada separa selang masa yang sebelumnya.

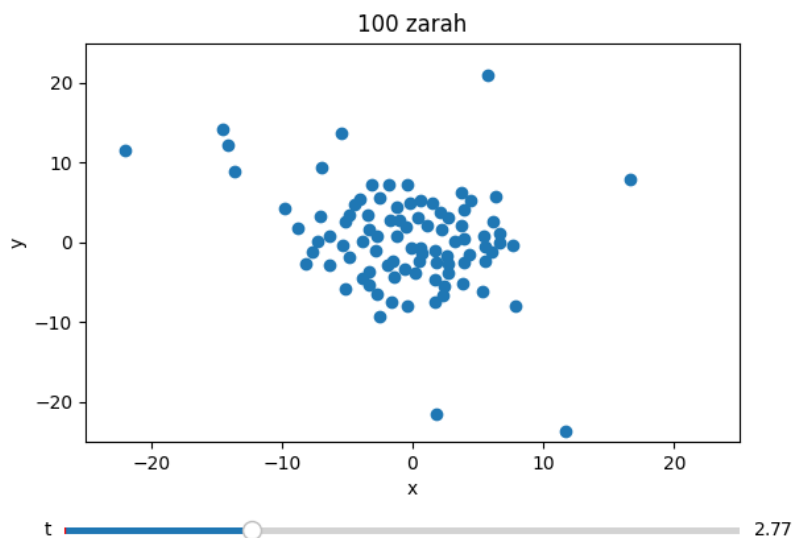
Daya pada setiap masa juga dikamirkan membentuk tenaga keupayaan yang dimiliki zarah. Tenaga kinetiknya sekadar berasaskan halaju semasa.





## 2

100 zarah mengenakan daya tolak antara satu sama lain. Kaedah lompat katak digunakan seperti sebelum ini. Pecutan setiap zarah dikirakan secara selari dengan memperoleh vektor jarak masing-masing dalam satu matriks. Pergerakannya diplot secara interaktif: tarikan 'slider' menentukan peredaran masa.



### 3

Persamaan gerakan bagi bandul:

$$\begin{aligned}
 ma &= f_g + f_d + f_r \\
 ml \frac{d^2\theta}{dt^2} &= -mg \sin(\theta) + f_d^0 \cos \omega_0 t - kl \frac{d\theta}{dt} \\
 \frac{f_d^0}{ml} \cos \omega_0 t &= \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin \theta + \frac{k}{m} \frac{d\theta}{dt} \\
 b \cos \omega_0 t &= \frac{d^2\theta}{dt^2} + \sin \theta + q \frac{d\theta}{dt}
 \end{aligned}$$

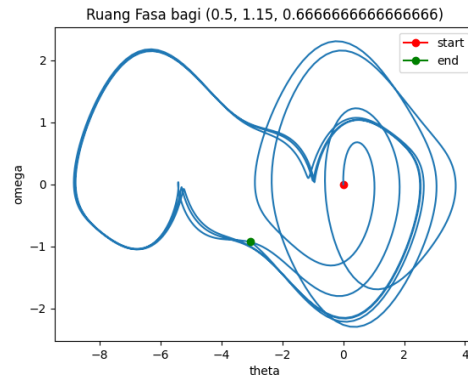
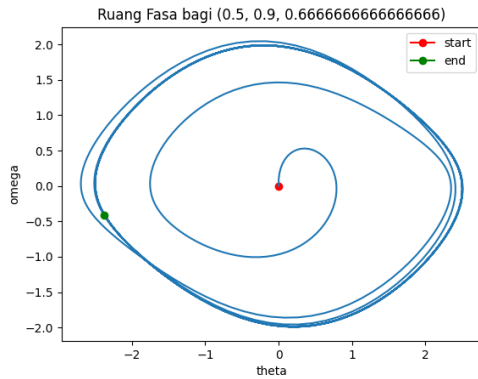
di mana  $\sqrt{\frac{l}{g}}$  = satu unit masa,  $b = \frac{f_d^0}{ml}$ ,  $q = \frac{k}{m}$ .

Bentuk persamaan tak berdimensi lebih bermanfaat kerana tidak ada pengkhususan unit tertentu, serta mengutamakan *nisbah* antara nilai berbanding nilai itu sendiri.

Penyelesaian persamaan pembezaan peringkat kedua ini boleh diuraikan kepada dua persamaan pembezaan peringkat pertama:

$$\begin{aligned}
 \frac{d\theta}{dt} &= \omega \\
 \frac{d\omega}{dt} &= -q\omega - \sin \theta + b \cos \omega_0 t
 \end{aligned}$$

Maka, masing-masing boleh diselesaikan menggunakan kaedah Runge-Kutta tertib keempat. Plot bagi ruang fasa dapat bantu menentukan keadaan bertelatah berkala dan kalut.



Jelaslah, keadaan bagi  $b = 0.9$  bertelatah berkala, manakala  $b = 1.15$  bertelatah kalut.