

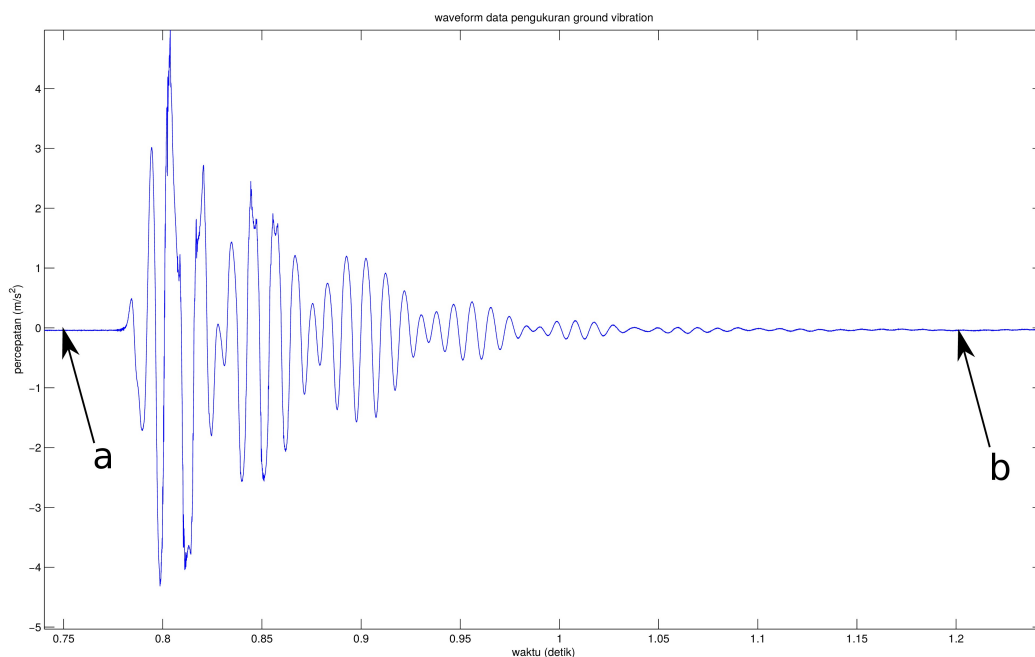
Tugas Identifikasi Sistem

Perbandingan Model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Mifta Nur Farid | 2415201003

1. Data Preparation

Data yang digunakan adalah data pengukuran getaran tanah (*ground vibration*) menggunakan sensor *accelerometer* dengan frekuensi samplingnya adalah 25600 Hz selama 4.1 detik pada sumbu vertikal. Data pengukuran *ground vibration* dalam domain waktu ditunjukkan pada Gambar 1, sumbu x adalah waktu dalam detik dan sumbu y adalah percepatan getaran (m/s^2). Kemudian data dipotong pada 0.7 detik (**Gambar 1**, panah hitam a) hingga 1.2 detik (**Gambar 1**, panah hitam b) dimana respon dinamik terjadi pada rentang waktu tersebut.

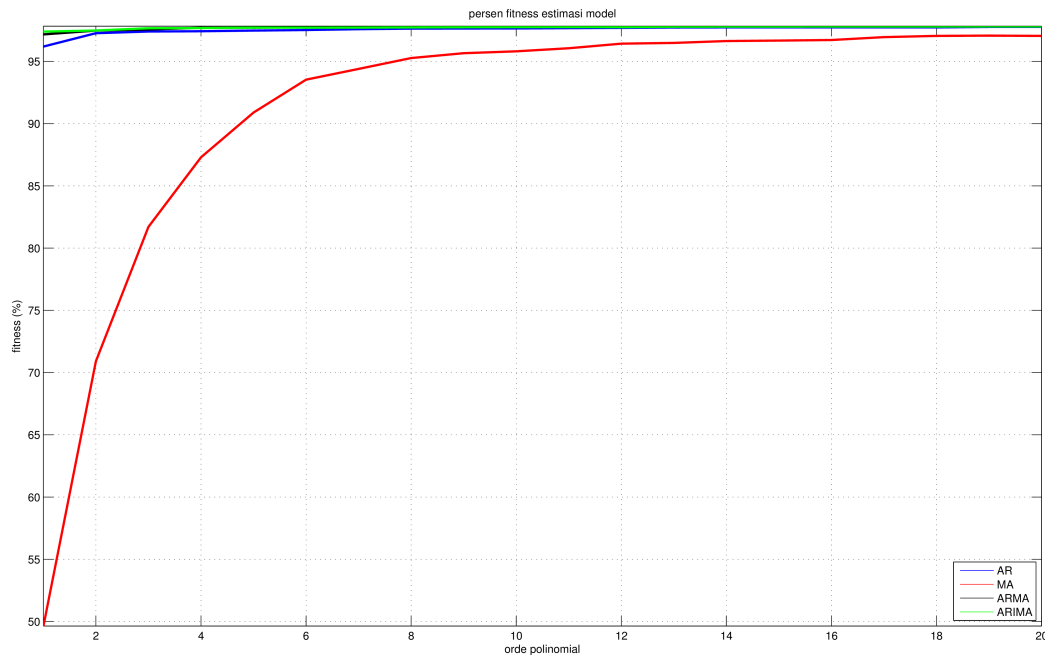


Gambar 1. Waveform data pengukuran *ground vibration*.

2. Time-Series Model Identification

Model yang digunakan pada identifikasi sistem ini adalah *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Dari keempat model yang digunakan kemudian dibandingkan hasil estimasinya. Proses estimasi dilakukan pada setiap kenaikan orde polinomialnya, yaitu dari 1 hingga 60.

Pertama yang dibandingkan adalah *fitness*. **Gambar 2** menampilkan grafik perbandingan *fitness* dari keempat model. Model MA, dengan orde polinomial 1 memiliki nilai *fitness* sebesar 49.65 %. Dengan meningkatnya orde polinomial, nilai *fitness* untuk MA (**Gambar 2**, garis merah) meningkat secara eksponensial, yaitu 70.91 % pada orde 2, 81.7 % pada orde 3, 87.3 % pada orde 4, 90.89 % pada orde 5, dan seterusnya hingga orde 20. Pada orde 20 hingga 60, nilai *fitness* untuk MA tidak meningkat secara signifikan, yaitu 97%.



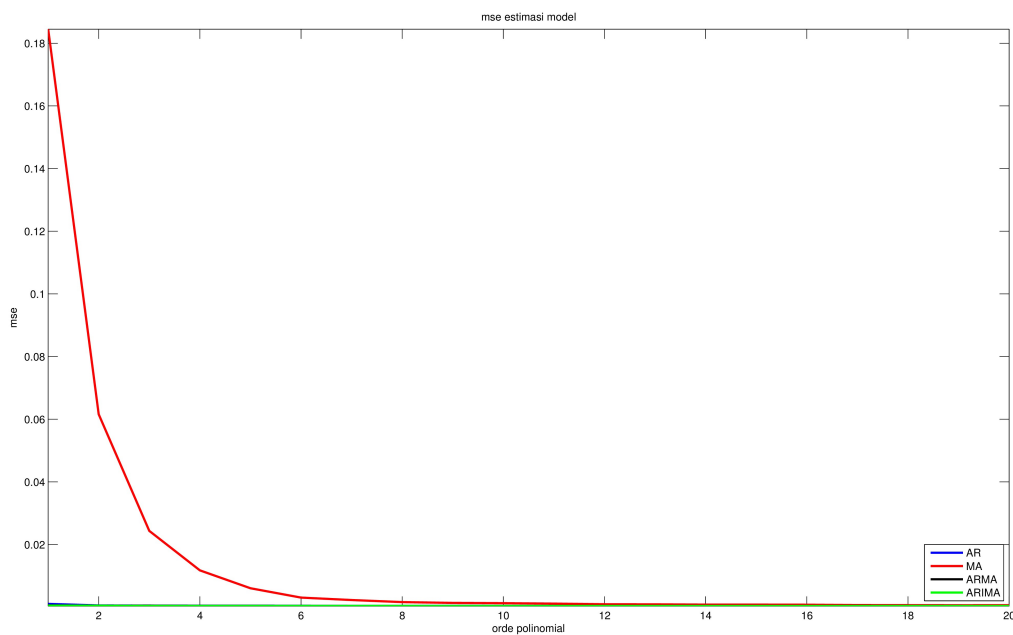
Gambar 2. Grafik perbandingan *fitness* antara model Autoregressive (garis biru), Moving Average (garis merah), Autoregressive Moving Average (garis hitam) dan Autoregressive Integrated Moving Average (garis hijau)

Berbeda dengan model MA, model AR, ARMA dan ARIMA ini memiliki nilai *fitness* diatas 95% pada orde 1, yaitu AR 96.19%, ARMA 97.17%, ARIMA 97.39%. Dengan meningkatnya orde polinomial, nilai *fitness* dari ketiga model tersebut tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

Selanjutnya adalah perbandingan nilai MSE-nya. Dari **Gambar 3** terlihat bahwa nilai MSE dari model MA menurun secara eksponensial sejalan dengan meningkatnya orde polinomialnya. Nilai MSE pada orde 1 adalah sebesar 0.18 kemudian pada orde 2 menurun secara tajam menjadi 0.06. Berbeda dengan model AR, ARMA dan ARIMA, nilai MSE-nya sangat kecil, yaitu pada kisaran 0.001. Jika diperhatikan lebih detil, MSE dari model ARIMA adalah yang paling rendah yaitu 0.0004943, ARMA sebesar 0.0005838 dan AR sebesar 0.001056.

Dari hasil *fitness* dan MSE tersebut diatas, dapat disimpulkan bahwa model jika diurutkan dari yang paling baik adalah ARIMA, ARMA, AR dan yang terakhir adalah MA. Hal ini karena jenis variabel *independent*-nya pada setiap model berbeda. Untuk model MA, yang

menjadi variabel independent-nya adalah nilai residual $e(t)$ (*white noise*) pada periode sebelumnya sedangkan untuk model AR variabel independent-nya adalah nilai pada periode sebelumnya dari variabel independent $y(t)$ itu sendiri. Berbeda dengan model ARMA dan ARIMA yang merupakan gabungan dari dua model yaitu Autoregressive (AR) dan Moving Average (MA), memiliki kedua variabel independent yaitu residual $e(t)$ pada periode sebelumnya dan nilai pada periode sebelumnya dari variabel independent $y(t)$ itu sendiri, sehingga menghasilkan performa yang lebih baik daripada MA. Untuk ARIMA, model ini memiliki nilai *fitness* dan MSE yang paling baik daripada model yang lain. Model ARIMA adalah model integrasi antara AR dan MA untuk proses yang tidak stasioner. Karena data yang digunakan adalah data getaran tanah (*ground vibration*) yang mana merupakan getaran teredam sehingga data jenis ini merupakan data tidak stasioner sehingga pemodelan sistem menggunakan model ARIMA adalah yang terbaik.



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai MSE dari Model Autoregressive (AR) (garis biru), Moving Average (MA) (garis merah), Autoregressive Moving Average (ARMA) (garis hitam), dan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) (garis hijau).