

# PERANCANGAN KONTROLLER TERTANAM MENGGUNAKAN DIRECT NEURAL NETWORK UNTUK PENGATURAN LEVEL TANGKI PCT-100

Muhammad Faris Zuhairi - 07111940000164  
Dosen Pembimbing: Eka Iskandar, S.T., M.T. & Dr. Trihastuti Agustinah, S.T., M.T.

## Abstrak

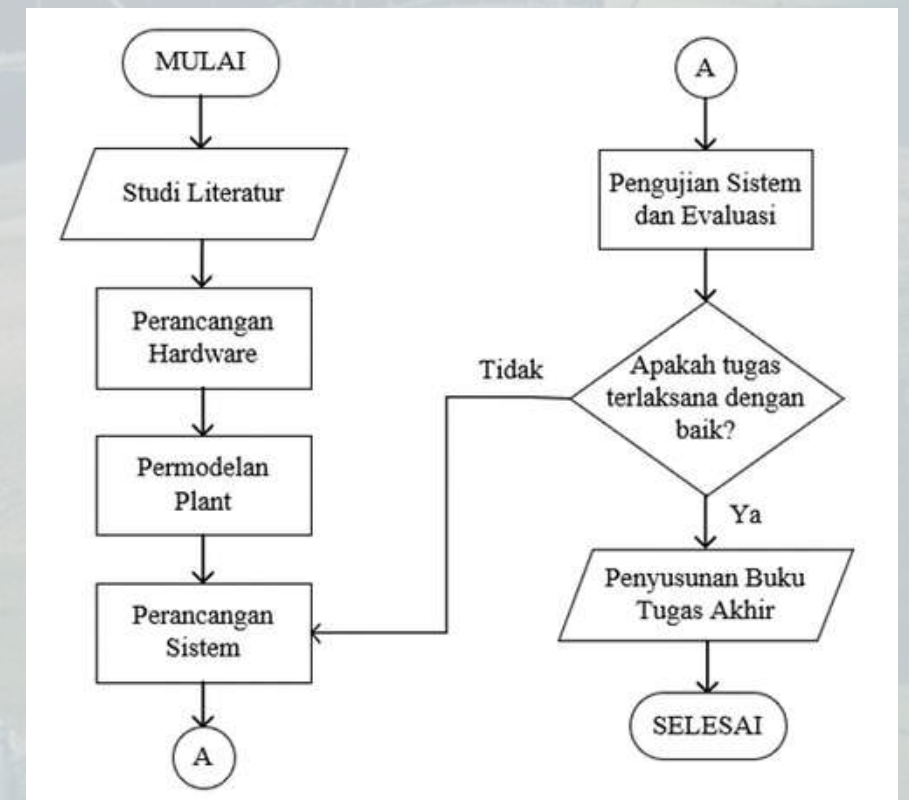
Pengaturan level tangki PCT-100 memiliki karakteristik nonlinear akibat dari pembebanan bukaan motor drain valve. Akibat hal ini, kontroller PID memerlukan parameter berbeda-beda (tuning ulang) untuk menyesuaikan spesifikasi respon yang diinginkan. Direct neural network controller dapat mengendalikan level nonlinear dengan mengambil input error dan langsung mengirim output sinyal kontrol. Namun proses belajar kontroller NN membutuhkan pemilihan nilai learning rate yang tepat agar medapat spesifikasi berupa overshoot level kurang dari 10% dan settling time 5% kurang dari 90 detik saat pembebanan valve dan tracking set point. Rangkaian ADC yang dibuat memberikan hasil yang linear dengan kesalahan pembacaan maksimal sebesar 121.6mV. Modul controlling device untuk penguatan flow control valve memiliki respon linear dan kesalahan error kecil, yakni sebesar 489mV maksimal. Pengujian tanpa kontroller menunjukkan respon level dipengaruhi oleh beban motor drain valve dan tidak dapat mencapai set point. Kontroller direct neural network dengan learning rate sebesar 5 memiliki hasil terbaik dari sampel uji learning rate konstan, mampu beradaptasi dengan beban motor drain valve dengan overshoot 7.408% dan 5.7571% saat tracking set point. Namun, settling time 5% ketika pembebanan dicapai 97.6714 detik, lebih lambat dari spesifikasi yang diinginkan. Kontroller direct neural network dengan adaptasi learning rate dengan  $\alpha=0.01$  memenuhi settling time spesifikasi, yaitu 89.375 detik saat pembebanan dan 62.2709 detik saat tracking set point. Selain itu terdapat overshoot 4.523% saat pembebanan dan 5.9858% saat tracking set point.

## Tujuan

Merancang kontroller tertanam neural network mampu mengatasi masalah nonlinearity, pemilihan learning rate, dan penguatan sinyal actuator untuk mendapat overshoot kurang dari 10% dan settling time 5% kurang dari 90 detik

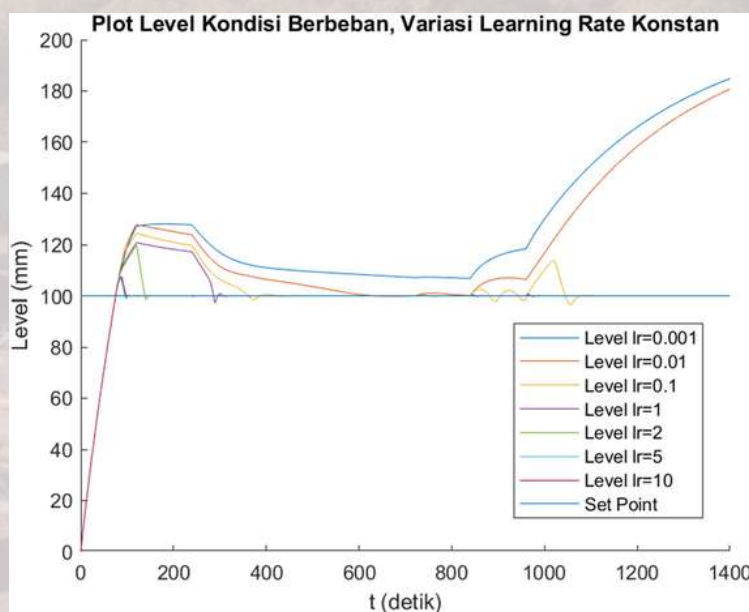
## Metodologi

Penelitian ini dilakukan melalui software Simulink dengan urutan penelitian sebagai berikut.

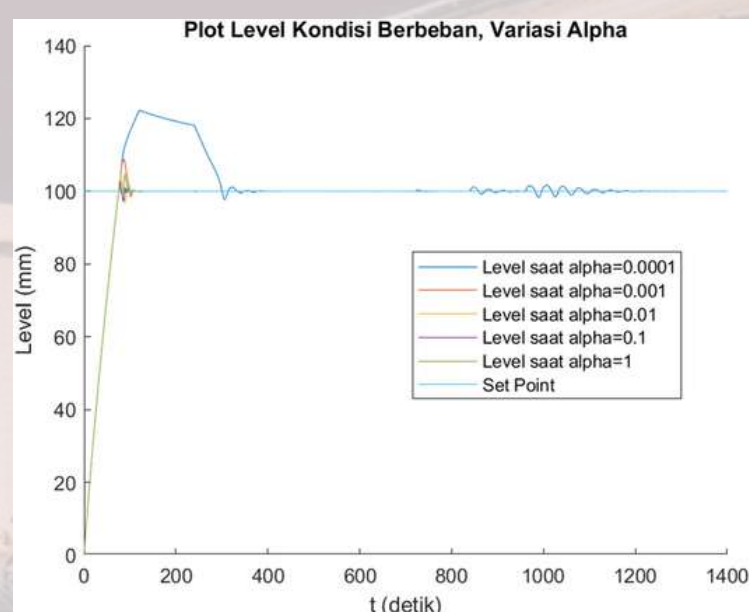


Gambar 1. Urutan Pelaksanaan Penelitian

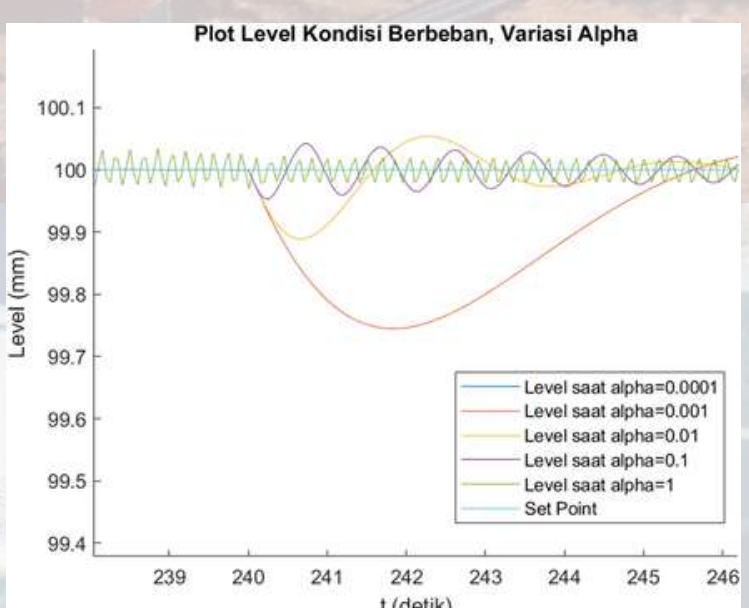
## Hasil & Analisis



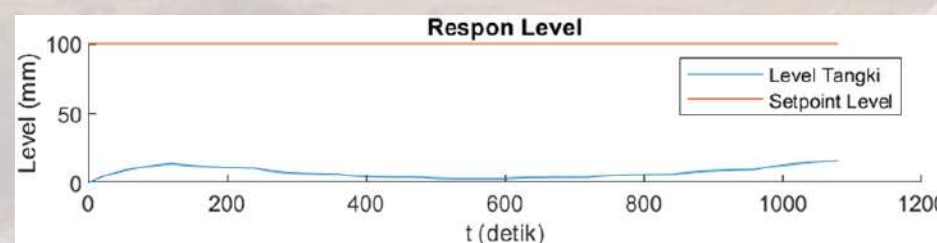
Gambar 3. Pengujian Berbeban dengan Learning Rate Konstan



Gambar 4. Pengujian Berbeban dengan Adaptasi Learning Rate



Gambar 5. Undershoot akibat Pembebanan dengan Adaptasi Learning Rate

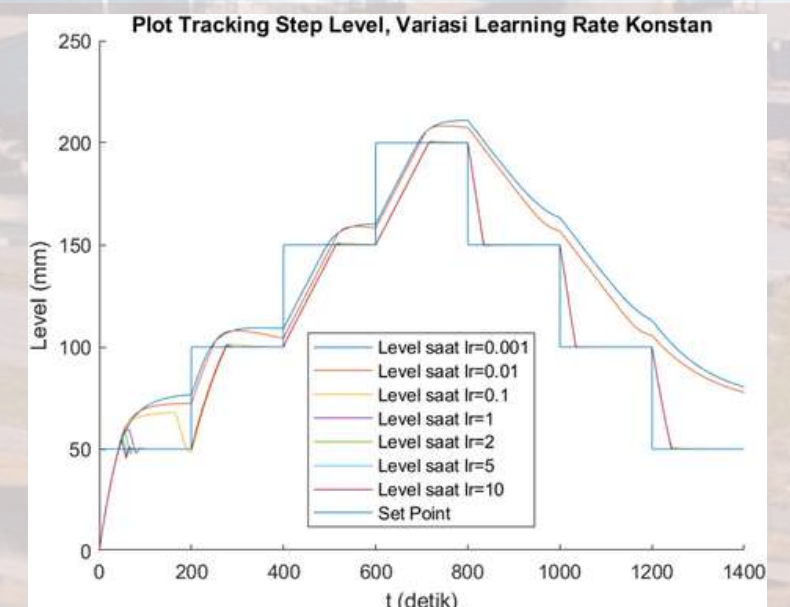


Gambar 2. Pengujian Berbeban Tanpa Kontroller

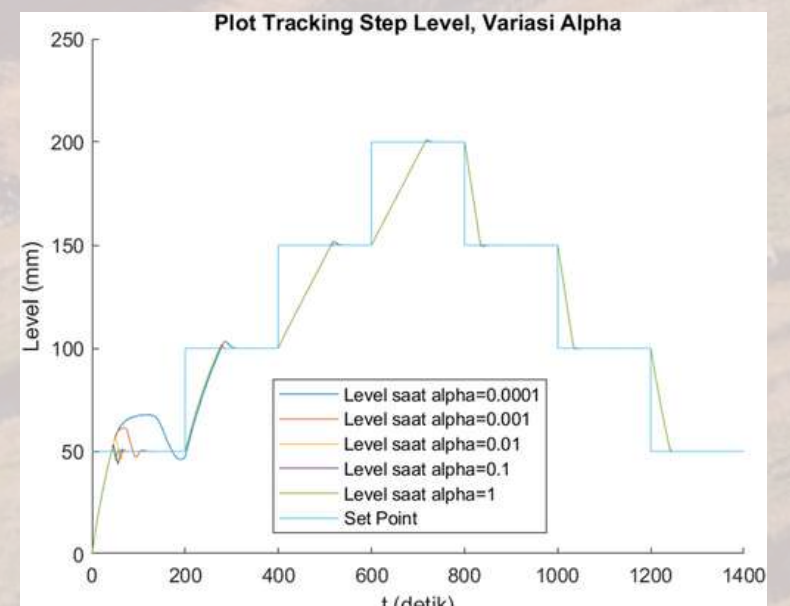
Pengujian plant tanpa kontroller menunjukkan bahwa variable kontrol level dipengaruhi oleh beban bukaan valve dan tidak bisa mencapai referensi set point. Respon level yang diperoleh tidak stabil, membuktikan bahwa perlu adanya kontroller agar set point dapat dicapai. Pada pengujian berbeban dan variasi learning rate konstan, diperoleh hasil bahwa learning rate kurang dari 0.1 memiliki error steady state yang tinggi. Pada kondisi ini respon level mengalami underfitting, yakni kejadian dimana model neural network tidak mempelajari hubungan variable dalam data dengan baik. Underfitting ini dipengaruhi oleh learning rate yang terlampau kecil sehingga model tidak dapat melakukan update weight dengan cepat. Perubahan weight yang lama menyebabkan settling time 5% tidak dapat tercapai. Respon level dengan overshoot dan settling time yang kecil diperoleh bila learning rate ditingkatkan agar updating weight semakin cepat. Metode eksperimental seperti ini diperbaiki menggunakan adaptif learning rate, dengan alpha sebagai faktor adaptasi. Pemilihan  $\alpha > 1$  menyebabkan respon level overfitting akibat learning terlalu baik sehingga membuat sinyal kontrol valve berosilasi dan berpotensi merusak aktuator. Model terbaik diperoleh saat  $\alpha=0.01$  memenuhi spesifikasi overshoot 4.523% dan settling time 89.375 detik saat pembebanan. Pengujian tracking setpoint menunjukkan learning yang terlalu kecil menyebabkan sistem tidak mencapai setpoint. learning rate adaptif mengurangi efek overshoot tiap step level melalui proses penyesuaian learning rate.

## Kesimpulan

Pengujian tanpa kontroller menunjukkan respon level dipengaruhi oleh beban motor drain valve dan tidak dapat mencapai set point. Kontroller direct neural network dengan learning rate sebesar 5 memiliki hasil terbaik dari sampel uji learning rate konstan, mampu beradaptasi dengan beban motor drain valve dengan overshoot 7.408% tetapi settling time 97.6714 detik tidak memenuhi spesifikasi. Penggunaan metode eksperimental dengan mencari learning rate konstan yang cocok dengan spesifikasi overshoot dan settling time cukup menyulitkan karena harus menjalankan model sistem berulang kali. Self tuning learning rate terhadap error dengan parameter alpha dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan dengan cepat.



Gambar 6. Pengujian Tracking Set Point dengan Learning Rate Konstan



Gambar 7. Pengujian Tracking Set Point dengan Adaptasi Learning Rate