

ABSTRACT

Forklifts when given heavy loads continuously cause the unit to experience fatigue. This continuously causes abnormality that affects the lifetime of the unit. Damaged units will consequently affect productivity. A model to design a control system with dynamic simulation is needed to detect abnormality. Bond graphs are effective for modeling complex systems and are useful as fault detection and isolation. The research is conducted to model the load lifting system on a forklift using the bond graph method and dynamic simulation using Simulink MATLAB and evaluation of the platform to predict if there is an abnormality in the lifting system on the forklift.

The lifting mechanism is designed based on the working principle of the lifting device for the FD30C-17 forklift. The mathematical model is derived based on the bond graph method for the forklift load lifting system by considering the execution conditions of the forklift fork arm during normal and abnormal conditions. Dynamic simulations are performed for starting, rising, braking, and stopping at the maximum stroke position. The appropriate mathematical model is derived. Next, the fork velocity curve is determined. The characteristics of the two types of lifting mechanisms are summarized for the two types of effect of the load lifting system working under different conditions. The difference between the normal path curve and the abnormal path curve is compared.

The modeling of the lifting system on the forklift has been made using the bond graph method and dynamic simulation of the lifting of the load on the forklift using Simulink MATLAB. The leakage flow parameter with varying clearance is added to the forklift lift hydraulic cylinder. The result of applying the bond graph method with the addition of a resistor component with a value of 4.1×10^7 Bar s/m³ is an abnormal condition with a pressure drop value of -14 Bar, a velocity drop of -0.9 m/s and a power drop of -12 kWh.

Keywords: *block diagram, bond graph, cylinder leak, dynamic simulation, forklift.*

INTISARI

Forklift apabila diberikan beban berat secara terus-menerus menyebabkan unit mengalami *fatigue*. Hal tersebut secara terus menerus menyebabkan ketidaknormalan yang berpengaruh pada *lifetime* unit. Unit yang rusak akibatnya akan berpengaruh terhadap produktivitas. Sebuah model guna merancang sebuah sistem kendali dengan simulasi dinamis diperlukan untuk mendeteksi ketidaknormalan. *Bond graph* efektif untuk memodelkan sistem yang kompleks dan berguna sebagai *fault detection and isolation*. Penelitian dilakukan untuk pemodelan sistem pengangkat beban pada *forklift* menggunakan metode *bond graph* dan simulasi dinamis menggunakan Simulink MATLAB dan evaluasi *platform* untuk memprediksi jika ada ketidaknormalan pada sistem pengangkat pada *forklift*.

Mekanisme pengangkatan beban dirancang berdasarkan prinsip kerja alat pengangkat untuk *forklift* FD30C-17. Model matematis diturunkan berdasarkan metode *bond graph* untuk sistem pengangkatan beban pada *forklift* dengan mempertimbangkan kondisi eksekusi lengan garpu *forklift* pada saat normal dan saat terjadi ketidaknormalan. Simulasi dinamis dilakukan untuk mulai, naik, pengereman, dan saat berhenti pada posisi *stroke* maksimal. Model matematika yang sesuai diturunkan. Selanjutnya ditentukan kurva kecepatan gerak *fork*. Karakteristik kedua jenis mekanisme pengangkatan beban diringkas untuk dua jenis efek kerja sistem pengangkatan beban pada kondisi yang berbeda. Perbedaan antara kurva lintasan normal dan kurva lintasan ketidaknormalan dibandingkan.

Pemodelan sistem pengangkat pada *forklift* telah dibuat menggunakan metode *bond graph* dan simulasi dinamis pengangkatan beban pada *forklift* menggunakan Simulink MATLAB. Parameter *leakage flow* dengan variasi *clearance* ditambahkan pada silinder hidrolik pengangkat pada *forklift*. Hasil penerapan metode *bond graph* dengan penambahan komponen resistor R_{il} dengan nilai 4.1×10^7 Bar s/m³ adalah kondisi ketidaknormalan dengan nilai *pressure drop* sebesar -14 Bar, *velocity drop* sebesar -0.9 m/s dan *power drop* sebesar -12 kWh.

Kata kunci: *bond graph*, diagram blok, *forklift*, kebocoran silinder, simulasi dinamis.