

INTISARI

Pipa penyalur merupakan salah satu peralatan utama dalam dunia industri perminyakan yang dianggap paling aman, efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan untuk menyalurkan fluida seperti gas dan minyak bumi. Cacat *dent* merupakan salah satu jenis kerusakan mekanis yang banyak terjadi di jaringan perpipaan, yang dapat disebabkan karena pipa terkena alat penggalian, terhantam batu atau objek berat lainnya, atau tertabrak kendaraan berat yang dapat mempengaruhi kinerja pipa secara signifikan. Salah satu bentuk cacat *dent* pada pipa penyalur yang sering ditemukan di lapangan adalah berbentuk silindris. Dalam kondisi normal operasi, pipa penyalur minyak bumi dan gas mengalami pembebanan siklik yang ditimbulkan dari tekanan fluida dan perubahan temperatur pada fluida, sehingga penilaian kekuatan fatik menjadi perhatian serius pada pipa penyalur dengan cacat *dent*.

Pada penelitian ini, dilakukan simulasi numerik dengan metode elemen hingga untuk mengetahui pola distribusi deformasi permanen, regangan plastis, dan tegangan sisa pada pipa penyalur yang mengalami cacat *dent* berbentuk silindris. Selanjutnya, pipa penyalur dengan cacat *dent* diberikan tekanan internal siklik untuk mendapatkan nilai faktor konsentrasi tegangan yang kemudian digunakan untuk memprediksi kekuatan fatik pipa dengan cacat *dent* berbentuk silindris. Penelitian dilakukan dengan variasi kedalaman indentasi dan panjang indenter serta mempertimbangkan kondisi pada *yield strength* dan *ultimate strength* dari material pipa SAE/AISI 1020.

Hasil simulasi numerik dengan metode elemen hingga menunjukkan bahwa perubahan kedalaman indentasi berpengaruh terhadap meningkatnya nilai deformasi permanen, regangan plastis, dan tegangan sisa. Sedangkan, nilai deformasi permanen, regangan plastis dan tegangan sisa pada pipa dengan cacat *dent* mengalami penurunan dengan bertambah panjangnya indenter. Selain itu, diperoleh pula kesimpulan yaitu semakin dalam cacat *dent* berbentuk silindris pada panjang indenter yang sama berpengaruh terhadap menurunnya kekuatan fatik pipa penyalur secara signifikan, dibandingkan pada kondisi cacat *dent* berbentuk silindris dengan indenter terpanjang pada kedalaman indentasi yang sama.

Kata kunci: *dent*, silindris, deformasi permanen, regangan plastis, tegangan sisa, kekuatan fatik

ABSTRACT

The pipeline is one of main equipment in the petroleum industry which are extensively considered the safest, efficient, economical, and environmentally responsible solution for oil and gas transportation. Dent defect is one of the most common forms of mechanical damage detected in oil and gas pipelines, which can be introduced due to the impact of excavation equipment, rocks, or any kind of heavy objects, and hit by heavy equipment and significantly poses negative impact to the performance of the pipelines. One of the dent shapes which commonly encountered in the field is cylindrical-shaped dent. During normal operation, oil and gas pipelines undergo cyclic loadings generated by fluid pressure and temperature changes, thus cycle fatigue becomes a serious concern when a steel pipeline is subjected to mechanical damage, as dent defect.

In this research, numerical simulation by using finite element method was performed to thoroughly understand the distribution mechanism of permanent deformation, plastic strain, and residual stress on a steel pipeline with cylindrical-shaped dent. After dent simulation, the cyclic internal pressure is introduced to the deformed pipe geometry to estimate stress concentration factors (SCFs) data used for fatigue strength assessment. This research was carried out by involving variations on the denting depth and the indenter length as well as considering the conditions on the yield strength and ultimate strength of the SAE/AISI 1020 pipelines.

The FEA results showed that the value of permanent deformation, plastic strain, and residual stress on a steel pipeline with cylindrical-shaped dent increase as the dent depth increased further. Contrarily, the value of permanent deformation, plastic strain, and residual stress decrease as the indenter length got longer. In addition, the fatigue strength on a steel pipeline significantly decreases as the dent depth increased on the same indenter length, compared to the fatigue life when the indenter length got longer on the same dent depth.

Keywords: dent, cylindrical-shaped, permanent deformation, plastic strain, residual stress, fatigue strength