

INTISARI

Pada industri minyak dan gas bumi, pengelasan banyak digunakan untuk penyambungan pipa baja yang digunakan sebagai moda transportasi minyak dan gas bumi baik di darat (*on-shore*) atau lepas pantai (*off-shore*). Selain digunakan dalam proses penyambungan pipa minyak dan gas bumi, pengelasan juga digunakan untuk perbaikan (*repair*) jika terjadi kerusakan sistem perpipaan. Penguatan dinding pipa perlu dilakukan ketika terjadi penurunan ketebalan pipa yang dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan pipa, salah satunya dengan metode perbaikan yang dilakukan adalah *weld-deposition*. Namun demikian, metode ini memiliki risiko kegagalan berupa pelelehan tembus (*burn-through*) dan retakan hidrogen (*hydrogen crack*).

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian eksperimental dengan melakukan pengelasan deposisi pada pipa API 5L X52 dengan diameter 4 inci dan sisa ketebalan dinding pipa 4 mm yang dialiri air dengan tiga kecepatan berbeda. Dari hasil pengujian ini, akan didapatkan nilai temperatur pada dinding pipa dan waktu yang diperlukan untuk terjadi penurunan suhu dari 800°C ke 500°C ($\Delta t_{8/5}$). Pengujian menggunakan beberapa nilai *heat input* yang merupakan manifestasi dari kuat arus I antara 160 – 200 A, voltase V sekitar 24 – 30 V dan kecepatan pengelasan v bervariasi dengan interval 1 – 10 mm/s. Disamping itu, kecepatan aliran fluida sebagai variabel kemampuan disipasi panas juga dibuat variasi pada 10,6, 15,4, dan 19,3 liter per menit (lpm) sedangkan parameter lain diasumsikan tetap.

Rentang parameter yang aman ini memiliki dua batasan, yaitu batas atas yang merupakan besaran nilai *heat input* yang diaplikasikan saat proses pengelasan berlangsung agar tidak terjadi *burn-through* dan batas bawah yang merupakan besaran *heat input* yang memadai untuk melakukan pendinginan dalam jangka waktu tertentu untuk menghindari *hydrogen crack* pada kekerasan lebih dari 350 VHN. Pada penelitian ini, direkomendasikan untuk melakukan pengelasan dengan metode *weld-deposition* pada pipa *in-service* dengan mengaplikasikan *heat input* pada rentang 0,6026 kJ/mm sampai dengan 1,2844 kJ/mm untuk debit alir fluida air minimum 10,6 lpm dan maksimum 19,3 lpm untuk menghindari potensi timbulnya *hydrogen crack* dan *burn-through*.

Kata kunci: API 5L X52, *weld-deposition*, *burn-through*, *hydrogen crack*, *heat input*, kekerasan material, *in-service welding*.

ABSTRACT

In the oil and gas industry, welding is widely used for joining welded steel and pipelines which are used as a mode of transportation for oil and natural gas either on-shore or off-shore. Apart from a manufacturing process in the fabrication of oil and natural gas welded pipes and pipelines, a welding technique is also used for repair if there is damage to the piping system. It is necessary to strengthen the pipe wall when there is a decrease in the thickness of the pipe which can cause a decrease in the strength of the pipe, one of which is the repair method used is weld-deposition. However, this method carries a risk of failure in the form of burn-through and hydrogen crack failure.

In this study, experimental testing was carried out by performing deposition welding on API 5L X52 pipe having a diameter of 4 inches and the remaining wall thickness of 4 mm pipe and at the same water flowed inside the pipes at three various velocities. From the results of this test, the thermal cycles taken from the pipe wall were obtained and the cooling time from 800°C to 500°C ($\Delta t_{8/5}$) was determined. The welding process was conducted at current I of 160 - 200 A, the voltage V of around 24 - 30 V whereas the welding speed v was varied with intervals of 1 - 10 mm / s hence resulting in different weld heat inputs. In addition, the fluid flow velocity as a variable of heat dissipation capability is also varied at 10.6, 15.4, and 19.3 liters per minute (lpm) while other parameters are assumed to be fixed.

This safe parameter range has two limitations, the upper limit which is the amount of the heat input value that is applied during the welding process so that there is no burn-through and the lower limit which is the amount of heat input which is sufficient to cool down within a certain period of time to avoid hydrogen crack at hardness over 350 VHN. In this study, it is recommended to perform welding with the weld-deposition method on in-service pipes by applying a heat input in the range 0,6026 kJ / mm to 1,2844 kJ / mm for a minimum water flow rate of 10,6 lpm and a maximum 19,3 lpm to avoid potential hydrogen crack and burn-through.

Keywords: API 5L X52, weld-deposition, burn-through, hydrogen crack, heat input, in-service welding