

Pengembangan Sistem Monitoring dan Sistem Kontrol Real Time pada Pengelasan Pipa Orbital Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Menggunakan Machine Vision dan Neural network = Development of Real Time Monitoring and Control System for Orbital Pipe Welding with Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Using Machine Vision and Neural Network

Agus Widyianto, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920554807&lokasi=lokal>

Abstrak

Sistem perpipaan merupakan salah satu yang sering digunakan diindustri seperti industri petrokimia untuk mentransmisikan bahan dasar berupa minyak, air maupun gas. Jenis pengelasan yang cocok untuk sistem perpipaan adalah pengelasan pipa orbital. Dalam penelitian ini dilakukan pengelasan pipa orbital dengan pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) tanpa logam pengisi (autogenous) pada pipa baja tahan karat tipe SS316L. Dimensi dari material uji adalah diameter luar 114 mm dan ketebalan 3 mm. Empat metode pengelasan diterapkan untuk mencari metode yang terbaik untuk menghasilkan kualitas lasan. Metode pengelasan diantaranya metode konvensional, arus pulsa, urutan pengelasan dan kontrol artificial neural network (ANN). Keempat metode ini dilakukan dengan alat pengelasan pipa orbital secara fully mechanized yang dijalankan oleh operator las. Kualitas hasil lasan meliputi geometri las (lebar manik dan kedalaman penetrasi), distorsi pada pipa, struktur makro, struktur mikro dan sifat mekanik (kekuatan tarik dan kekerasan mikro). Tahap pertama membandingkan pengelasan dengan metode konvensional dan kontrol ANN terhadap kualitas hasil lasan. Kemudian tahap kedua adalah membandingkan pengelasan dengan metode arus pulsa, urutan pengelasan dan kontrol ANN. Terakhir adalah mencari metode pengelasan serta parameter pengelasan yang optimal untuk menghasilkan kualitas lasan yang optimal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelasan dengan metode kontrol ANN lebih baik daripada metode konvensional. Dilihat dari segi lebar manik lebih stabil dengan metode kontrol ANN yaitu $10 \pm 0,6$ mm. Tetapi untuk kedalaman penetrasi lebih baik menggunakan metode konvensional. Kemudian untuk distorsi yang terjadi lebih kecil menggunakan metode kontrol ANN yang kurang dari 200 μ m. Struktur mikro yang terbentuk untuk kedua metode ini hampir sama untuk daerah tengah lasan. Kekuatan tarik maksimal untuk setiap posisi pipa lebih stabil menggunakan metode kontrol ANN. Sedangkan kekerasan mikro lebih kecil jika menggunakan metode kontrol ANN.

Perbandingan kualitas hasil lasan dengan metode arus pulsa, urutan pengelasan dan kontrol ANN menunjukkan bahwa metode kontrol ANN lebih baik dalam beberapa aspek. Aspek lebar manik menunjukkan metode kontrol ANN menghasilkan lebar manik yang lebih seragam yaitu $10 \pm 0,6$ mm. Namun untuk kedalaman penetrasi lebih baik dengan metode arus pulsa. Distorsi pipa dengan metode kontrol ANN jauh lebih kecil dibandingkan dengan kedua metode lainnya. Selanjutnya untuk struktur mikro yang teramati tidak jauh berbeda antara ketiga metode pengelasan. Kekuatan tarik maksimal untuk metode kontrol ANN lebih stabil untuk setiap posisi pipa dan kekerasan mikro terendah terjadi di daerah lasan dengan metode kontrol ANN.

Metode optimasi yang diterapkan adalah response surface method (RSM) dan Taguchi method. Selain itu digunakan juga analysis of variance (ANOVA) untuk mengetahui tingkat signifikansi parameter pengelasan. Respon dari optimasi adalah kekuatan tarik yang maksimum, distorsi pipa yang minimum dan lebar manik yang ditargetkan 10 mm. Hasil metode optimasi menunjukkan bahwa metode kontrol ANN menghasilkan kualitas lasan yang paling baik diantara metode pengelasan lainnya. Metode kontrol ANN dengan parameter arus pengelasan 106 A dan kecepatan awal pengelasan 1,5 mm/d dapat menghasilkan kekuatan tarik maksimum sebesar 670 MPa, distorsi melintang, distorsi aksial, keovalan dan tapers masing-masing adalah 126 μm , 252 μm , 94 μm dan 168 μm serta lebar manik sebesar 9,97 mm.

.....The piping system is one that is often used in industries such as the petrochemical industry to transmit basic materials in the form of oil, water and gas. The type of welding suitable for piping systems is orbital pipe welding. In this study, welding of orbital pipes with Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) welding without filler metal (autogenous) was carried out on stainless steel pipes of type SS316L. The dimensions of the test material are 114 mm outside diameter and 3 mm thickness. Four welding methods were applied to find the best method to produce quality welds. Welding methods include conventional methods, pulse current, welding sequences and artificial neural network (ANN) control. These four methods are carried out with an fully mechanized orbital pipe welding device operated by a welding operator. The quality of the welds includes weld geometry (bead width and penetration depth), pipe distortion, macrostructure, microstructure and mechanical properties (tensile strength and microhardness). In the first stage, comparing welding with conventional methods and ANN control on the quality of the welds. Then the second stage is to compare welding with pulse current method, welding sequence and ANN control. The last is to find the optimal welding method and welding parameters to produce optimal weld quality.

The results of this study indicate that the welding with the ANN control method is better than the conventional method. In terms of bead width, it is more stable with the ANN control method, which is 10 ± 0.6 mm. But for the depth of penetration it is better to use conventional methods. Then for smaller distortion, use the ANN control method which is less than 200 μm . The microstructure formed for both methods is almost the same for the center of the weld. The maximum tensile strength for each pipe position is more stable using the ANN control method. While the micro hardness is smaller when using the ANN control method.

Comparison of weld quality with pulse current, welding sequence and ANN control method shows that the ANN control method is better in several aspects. The bead width aspect shows that the ANN control method produces a more uniform bead width of 10 ± 0.6 mm. However, the penetration depth is better with the pulse current method. The pipe distortion with the ANN control method is much smaller than the other two methods. Furthermore, the observed microstructure is not much different between the three welding methods. The maximum tensile strength for the ANN control method is more stable for each pipe position and the lowest microhardness occurs in the weld area with the ANN control method.

The optimization methods applied are the response surface method (RSM) and the Taguchi method. In addition, analysis of variance (ANOVA) is also used to determine the level of significance of welding parameters. The response of the optimization is maximum tensile strength, minimum pipe distortion and a

targeted bead width of 10 mm. The results of the optimization method show that the ANN control method produces the best weld quality among other welding methods. The ANN control method with a welding current parameter of 106 A and an initial welding speed of 1.5 mm/s can produce a maximum tensile strength of 670 MPa, transverse distortion, axial distortion, ovality and tapers respectively 126 m, 252 m, 94 m and 168 m and a bead width of 9.97 mm.