

Pengembangan *Knowledge Base Systems* untuk Pemilihan TIPE Sambungan Las

M. Imron Mustajib

Jurusan Teknik Industri, Universitas Trunojoyo
JL. Raya Telang PO BOX 2 Kamal, Bangkalan, Madura

ABSTRACT

Welding is one of the manufacturing process used to make the connection of components / metal parts intended for assembly. There are many factors to consider in planning a welding connection, including cost factors, power and ease of workmanship in the process. Cross-sectional area smaller number of wires that require fewer and thus more economical. For that a decision tool that has the capability of knowledge (knowledge base) obtained from the domain expertise required to consider alternative forms of alternatif-weld connection on the basis of three criteria: minimum cross-sectional area. Destination of the study in this research is to develop a model of knowledge-based software knowledge (knowledge-based systems) welding the connection type selection criteria: cross-sectional area to minimize welding connection, and ease of manufacture hem welding, using a computer program capabilities that could save the base knowledge (knowledge base). The acquisition of knowledge of welding connection type domain expertise, data preparation section area calculation, and the stage representasi knowledge to build a knowledge base systems. Use of software knowledge-based systems for selection of welding plate connection provides time-saving convenience and selection of welding connection as part of the manufacturing process planning

Keywords: *knowledge base systems, welding connection type, plates*

PENDAHULUAN

Pengelasan (*welding*) merupakan salah satu bagian proses manufaktur yang digunakan untuk melakukan penyambungan berupa komponen/*part* logam yang ditujukan untuk perakitan (*assembly*). Teknik penyambungan yang digunakan adalah dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan kontinyu (Sonawan, 2004). Jenis sambungan yang digunakan tergantung pada ben-

tuk dan ukuran geometri komponen yang disambung dan jenis pembebanan yang digunakan. Bentuk dan ukuran penampang permukaan masing-masing bagian sisi komponen yang direncanakan untuk sambungan jika digabungkan untuk tempat pembuatan kampuh las (*seam*) maka akan menghasilkan bentuk geometri baru, yang terkadang hasilnya berbeda dengan bentuk penampang sisi permukaan komponen itu sendiri.

Menurut Cary (1979) yang dijelaskan oleh Sonawan (2004) ada banyak faktor yang harus dipertimbangkan

dalam merencanakan sambungan las, diantaranya faktor biaya, kekuatan dan kemudahan dalam proses pengerjaan, sehingga desain sambungan las harus mampu mengakomodasi persyaratan-persyaratan dengan cara yang ekonomis, dengan melakukan analisis faktor-faktor berikut:

1. Luas penampang sambungan las yang paling minimum. Biaya logam pengisi (*filler metal*) yang jauh lebih mahal daripada logam induk mendorong pentingnya usaha minimasi luas penampang yang dibutuhkan untuk membuat sambungan las.
2. Persiapan atau pembuatan kampuh. Perencanaan jenis sambungan las yang akan digunakan dan ketebalan pelat akan menentukan jenis peralatan yang dibutuhkan. Sehingga perlu kompromi yang didasarkan atas ketersediaan peralatan terhadap jumlah logam las yang diperlukan untuk mengisi sambungan.
3. Proses pengelasan yang akan dipakai dan posisi pengelasan harus dipertimbangkan.

Luas penampang yang lebih kecil memerlukan jumlah kawat yang lebih sedikit sehingga lebih ekonomis. Untuk itu sebuah *decision tool* yang memiliki kapabilitas pengetahuan (*knowledge base*) yang diperoleh dari *domain expertise* (dalam hal ini diambil dari beberapa referensi tentang pengelasan yang ditulis *welding expert*) diperlukan untuk mempertimbangkan alternatif-alternatif bentuk sambungan las berdasarkan tiga kriteria di atas berbasis pada. Untuk mengembangkan *decision tool* tersebut perlu dibangun sebuah pendekatan untuk memecahkan persoalan di atas dengan sistem berbasis pengetahuan sehingga kebutuhan untuk memilih jenis sam-

bungan las yang tepat diharapkan bisa dilakukan dengan waktu yang cepat, murah serta mudah dengan mempertimbangkan tiga faktor, yaitu:

1. Minimasi luas penampang sambungan las.
2. Pembuatan kampuh.
3. Kemudahan proses pengelasan dikaitkan posisi pengelasan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan model perangkat lunak berbasis pengetahuan pengetahuan (*knowledge-based systems*) pemilihan jenis sambungan pengelasan dengan kriteria: minimasi luas penampang sambungan las, pembuatan kampuh dan kemudahan pengelasan, dengan memanfaatkan kemampuan program komputer yang mampu menyimpan basis pengetahuan (*knowledge base*). Sementara pemilihan yang dilakukan dalam penelitian ini tidak melibatkan penentuan parameter-parameter proses pengelasan, juga konstruksi sambungan las hanya terbatas pada jenis sambungan pelat.

FORMULASI MODEL

Pemilihan salah satu jenis sambungan las yang ada tergantung pada ketiga faktor yang sudah dijelaskan di atas. Misalnya jika diinginkan sambungan yang paling mudah dalam pembuatan kampuh *single bevel*, *double bevel*, dan *single J*. Dari ketiga itu diseleksi untuk memilih salah satu dari beberapa pilihan kampuh yang ada dipakai kriteria utama luas penampang logam las. Luas penampang yang lebih kecil memerlukan jumlah kawat yang lebih sedikit. Apabila terdapat kesamaan luasan maka untuk memilih salah satu adalah berdasarkan pembuatan kampuh pada pelat yang akan disambung, pembuatan kampuh yang dilakukan pada salah satu pelat maka kampuh lebih diutama-

kan untuk dipilih dari pada pembuatan kampuh yang harus dilakukan pada kedua pelat. Contoh yang sesuai kriteria ini adalah *single J*

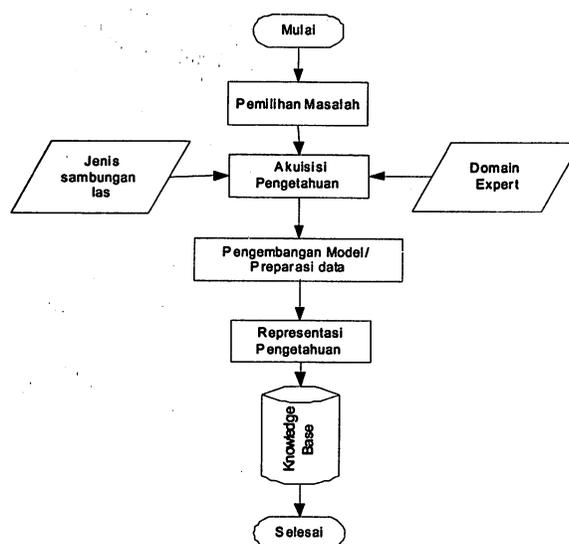
Kriteria ketiga dalam pemilihan sambungan adalah kemudahan proses untuk melakukan pengelasan. Pengelasan pada kedua sisi (atas dan bawah) tentunya memerlukan waktu pengerjaan yang lebih lama, sehingga pilihan utama adalah proses pengelasan pada satu sisi saja. Pada contoh kasus ini *single J* merupakan pengelasan satu sisi.

Setelah luas penampang yang terkecil diperoleh berarti kampuh las tersebut merupakan hasil pemilihan yang optimum berdasarkan tiga kriteria: luas penampang minimum sambungan las, pembuatan kampuh dan kemudahan pengelasan.

PENDEKATAN MASALAH

Penyelesaian masalah pemilihan sambungan las dilakukan dengan mengembangkan *Knowledge Base System* dengan mengikuti formulasi model untuk menyeleksi sambungan las berdasarkan tiga kriteria seperti yang telah diuraikan di atas. Pengembangan dilakukan dengan melibatkan identifikasi jenis sambungan las dan domain pengetahuan pakar pengelasan (*welding expert*) tentang proses pengelasan kemudian keduanya diakuisisi dan direpresentasikan ke dalam pengetahuan

Tahap pengembangan model maupun preparasi data berfungsi untuk menjembatani pengetahuan yang diperoleh dengan tahap representasi pengetahuan. Tahap preparasi data bisa berupa perhitungan-perhitungan yang berguna untuk mendukung pengembangan model sistem berbasis pengetahuan, misalnya perhitungan untuk menentukan luasan penampang sambungan las.



Gambar 1. Diagram alir kerangka kerja penyelesaian masalah

DESAIN LAS SAMBUNGAN PELAT

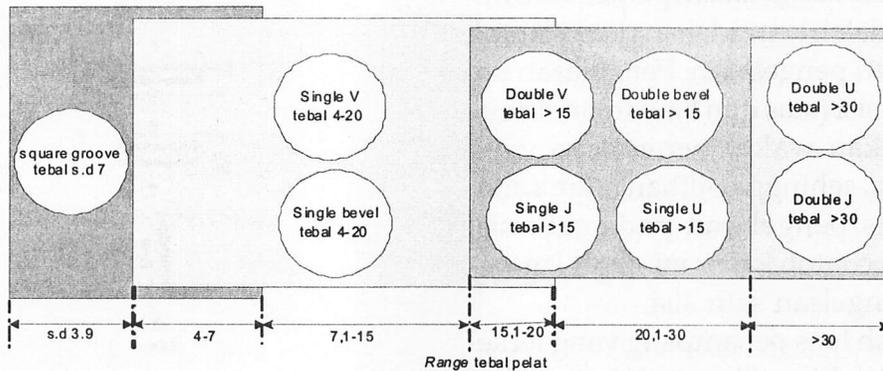
Untuk dapat menyambung dua komponen pelat logam diperlukan berbagai jenis sambungan. Pada sambungan ini (kampuh las) nantinya logam tambahan akan diberikan, sehingga terdapat kesatuan antara komponen yang disambung.

Pemilihan jenis sambungan terutama didasarkan pada ketebalan pelat yang akan dilas. Dalam pengelasan, ada yang disebut pelat tipis dan pelat tebal. Menurut *AWS code (American Welding Society)* yang disebut pelat tipis adalah pelat yang ketebalannya kurang dari 1 inch (25,4mm) dan yang disebut pelat tebal adalah pelat yang ketebalannya lebih dari 1inch. Dimungkinkan dalam pemilihan sambungan ini terdapat lebih dari satu sambungan las yang memenuhi persyaratan ketebalan pelat. Jika hal ini terjadi maka harus dipilih kembali salah satu dari jenis sambungan yang ada.

Beberapa referensi merokomendasikan *range* ketebalan tertentu untuk suatu jenis sambungan las (lampiran 1). Dari rekomendasi itu terdapat tingkat ketebalan pelat yang *overlap*, sehingga

untuk lebih mudahnya melacak jenis sambungan yang sesuai maka dibuat "pemetaan" seperti gambar 2 di bawah ini. Hal ini sangat membantu dalam pe-

lacakan menggunakan penalaran maju (*foward reasoning*) dimana ketebalan pelat dijadikan sebagai keadaan awal (input).



Gambar 2. Mapping hubungan ketebalan pelat dan sambungan las

PENALARAN MAJU (FOWARD REASONING)

Pelacakan pemilihan sambungan las dimulai dari keadaan awal (informasi atau fakta yang ada) berupa tebal pelat yang akan disambung kemudian dicoba untuk mencocokkan dengan tujuan yang diharapkan. Dalam hal ini tujuan yang diharapkan adalah mendapatkan jenis sambungan las yang optimal dengan kriteria minimasi luas penampang sambungan las, minimasi pembuatan kampuh dan kemudahan pengelasan (lampiran 1).

REPRESENTASI PENGETAHUAN

Representasi pengetahuan pemilihan sambungan las dilakukan dengan menggunakan aturan produksi (*rule production*) sebagai berikut:

Rule 1:

IF tebal pelat s.d. 3.9
THEN square groove

Rule 2:

IF tebal pelat 4-7
THEN square groove
OR single V
OR single bevel

Rule 3:

IF tebal pelat 7,1-15
THEN single V
OR single bevel

Rule 4:

IF tebal pelat 15,1-20
THEN single V
OR single bevel
OR doule V
OR double bevel
OR single U
OR single J

Rule 5:

IF tebal pelat 20,1-30
THEN doule V
OR double bevel
OR single U
OR single J
OR double U
OR double J

Rule 6:

IF tebal pelat >30
THEN doule V
OR double bevel
OR single U
OR single J
OR double U
OR double J

Rule 7:

IF square groove
THEN $A_{sg} = R \times T$
AND tanpa pembuatan kampuh
AND pengelasan 2 sisi

$$A_{sj} = 0,5(T - R - RF)^2 \cdot \tan(A)$$

$$+ 2R(T - R - RF) + 0,5\pi R^2 + RO.T$$

AND pembuatan kampuh 2 pelat
AND pengelasan 1 sisi

Rule 8:

IF single V THEN
 $A_{sv} = (T - RF)^2 \cdot \tan(A/2) + RO.T$
AND pembuatan kampuh 2 pelat
AND pengelasan 1 sisi

Rule 14:

IF double U
THEN

$$A_{du} = 0,5(T - R - RF)^2 \cdot \tan(A)$$

$$+ 2R(T - R - RF) + 0,5\pi R^2 + RO.T$$

AND pembuatan kampuh 2 pelat
AND pengelasan 1 sisi

Rule 9:

IF single bevel
THEN
 $A_{sb} = 0,5(T - RF)^2 \cdot \tan(A) + RO.T$
AND pembuatan kampuh 1 pelat
AND pengelasan 1 sisi

Rule 15:

IF double J
THEN

$$A_{dj} = 0,25(T - 2R - RF)^2 \cdot \tan(A)$$

$$+ R(T - 2R - RF) + 0,5\pi R^2 + RO.T$$

AND pembuatan kampuh 2 pelat
AND pengelasan 2 sisi

Rule 10:

IF double V
THEN
 $A_{dv} = 0,5(T - RF)^2 \cdot \tan(A/2) + RO.T$
AND pembuatan kampuh 2 pelat
AND pengelasan 2 sisi

PERANCANGAN SISTEM

Hasil representasi pengetahuan yang didapat dengan menggunakan metode *rule production* diimplementasikan ke dalam bahasa program *Visual Basic.Net* untuk membangun model perangkat lunak berbasis pengetahuan pengetahuan (*knowledge-based systems*). Perangkat lunak ini membutuhkan input berupa ketebalan pelat yang akan disambung berdasarkan rencana desain yang diinginkan user. Selanjutnya ditampilkan pilihan jenis sambungan yang telah sesuai dengan input ketebalan pelat, kemudian user menentukan parameter-parameter yang akan digunakan pada setiap alternatif sambungan. Masing-masing parameter sambungan las berbeda oleh karena itu ditampilkan *image* setiap sambungan untuk panduan pengisian parameter ini. (Contoh interface perangkat lunak dalam lampiran 2)

Rule 11:

IF double bevel
THEN
 $A_{db} = 0,25(T - RF)^2 \cdot \tan(A/2) + RO.T$
AND pembuatan kampuh 2 pelat
AND pengelasan 2 sisi

Rule 12:

IF single U
THEN
 $A_{su} = (T - R - RF)^2 \cdot \tan(A/2)$
 $+ 2R(T - RF) + 0,5\pi R^2 + RO.T$
AND pembuatan kampuh 2 pelat
AND pengelasan 2 sisi

Rule 13:

IF single J
THEN

Perangkat lunak *knowledge-based systems* sambungan las pelat ini, berisi 2 bagian utama yaitu:

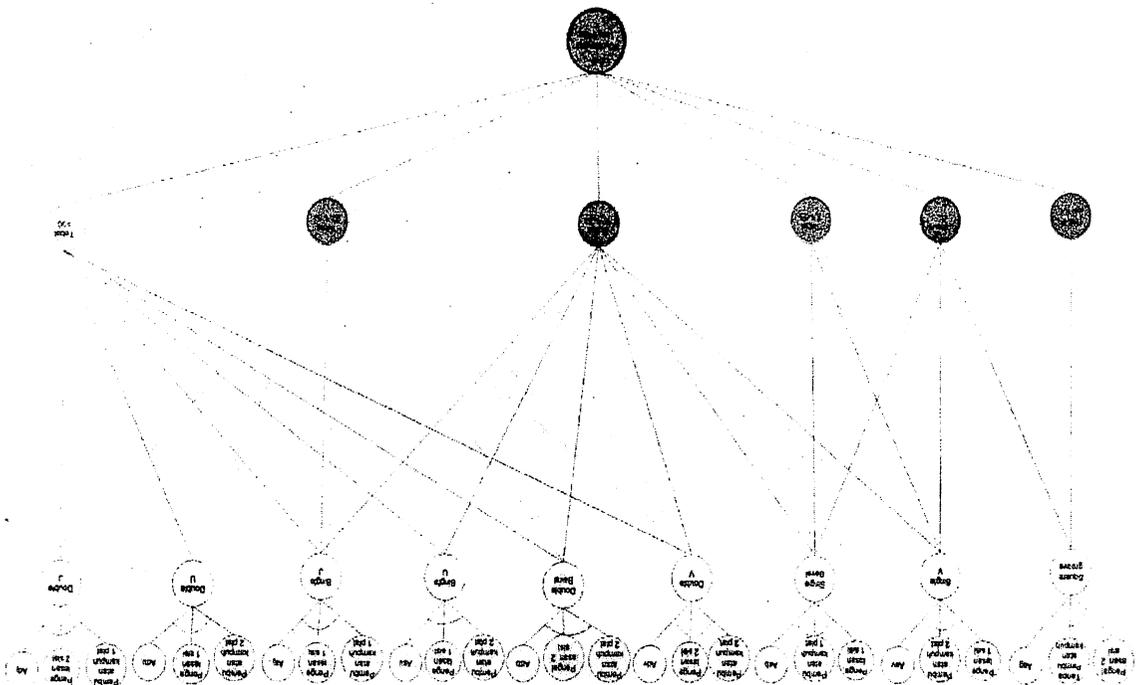
1. Bagian *inference engine* berupa implementasi *rule production* untuk menentukan alternatif jenis sambungan berdasarkan input ketebalan pelat.
2. Bagian preparasi data, yaitu bagian yang menghitung luasan penampang sambungan dari alternatif yang mungkin. Kemudian sistem melakukan pemilihan sambungan las sebagai output berdasarkan luasan yang paling minimum yang dihitung.

KESIMPULAN

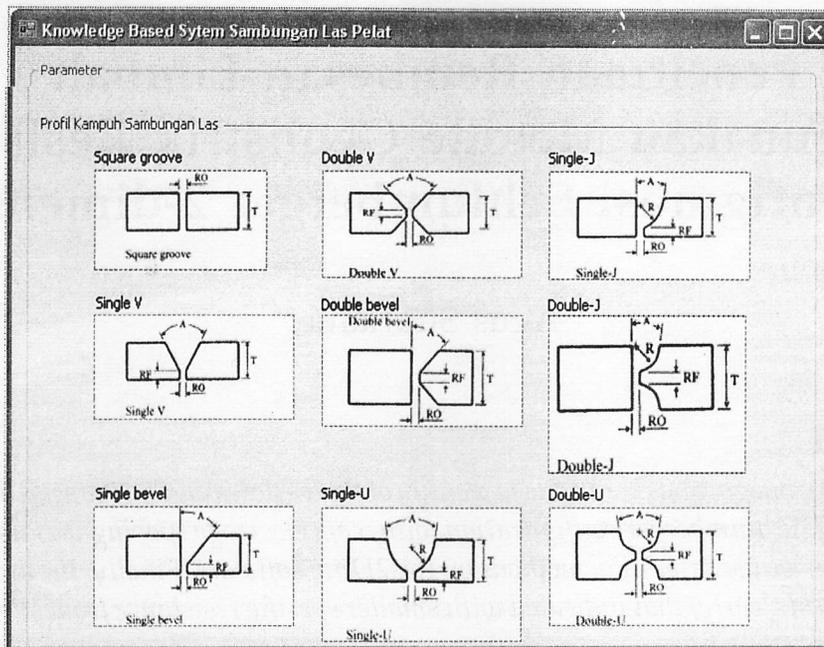
Kesimpulan yang diperoleh dalam pengembangan model perangkat lunak berbasis pengetahuan pengetahuan (*knowledge-based systems*) pemilihan jenis

sambungan pengelasan adalah :

1. Perangkat lunak *knowledge-based systems* sambungan las pelat mampu digunakan sebagai *decision tool* untuk pemilihan sambungan las dengan kriteria minimasi luas penampang sambungan
2. Penggunaan perangkat lunak *knowledge-based systems* sambungan las pelat memberikan kemudahan dan menghemat waktu pemilihan jenis sambungan las sebagai bagian dari perencanaan proses produksi.
3. Kombinasi pertimbangan luas penampang minimum sambungan las, pembuatan kampuh dan kemudahan pengelasan perlu dilakukan dengan melibatkan metode pendekatan *Analytical Hierarchy Process* untuk lebih menyempurnakan perangkat lunak *knowledge-based systems* pemilihan sambungan las pelat.



Gambar 3. Pohon Pelacakan Sambungan Las



Gambar 4. Tampilan interface perangkat lunak

DAFTAR PUSTAKA

- Badiru, A.B., (1992), *Expert Systems Applications in Engineering and Manufacturing*, Prentice Hall
- Fahnrich, K.P., Groh, G., Thines, M., (1991), Knowledge Base System in Computer-isted Production, *Proceeding of 10th International Conference of Production Research* pp 597-609.
- Cary, H.B., (1979), *Modern Technology Welding*, Prentice Hall
- Kusiak, A., (2000), *Computational Intelligence in Design and Manufacturing*, John Wiley & Sons, Inc.
- Pieria, G., Klein, M.R., Milanese, M., (2002), MAIC: A data and knowledge-based system for supporting themaintenance of chemical plant, *Int. J. Production Economics* Vol. 79 pp.143-159
- Sonawan, H., (2004), *Pengelasan Logam*, Alfabeta
- Wirjosumarto, H., (2001), *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramitha
- Wong, T.N. (1992), Development of A Knowledge-based Automated Process Planning System, *IIE Transaction*, Vol. 93, no. 1, p. 44-48
- , (1992), *Welding Handbook*, American Welding Society