



PLASTICS WELDING :

MATERIAL; TEKNIK; PROSES DAN ANALISA KEGAGALAN

Welding berarti menaikkan temperature material sampai batas thermoplastik dengan memberikan tekanan sehingga molekul bergerak pada posisi yang baru, dan menciptakan daerah homogen yang baru saat temperature kembali turun/ dingin.

Ada beberapa teknik las plastik yaitu : hot gas hand welding, hot gas extrusion welding, butt fusion (heated element welding), laser welding dan high frequency welding. Pada kenyataannya yang paling dikenal luas dalam fabrikasi thermoplastik adalah hot gas hand welding.

Syarat dasar keberhasilan teknik las plastik apapun yang dipilih, seperti layaknya proses adhesive/ pengeleman adalah kesamaan material plastik yang akan diwelding dan juga kualitas materialnya baik lembaran plastiknya maupun kawat lasnya.

Hot Gas Plastics Welding

Hot gas plastics welding adalah proses manual untuk menyambung material thermoplastik, dengan menggunakan aliran tekanan udara panas yang di arahkan untuk memanaskan dan melelehkan material thermoplastics dan kawat lasnya. Penyambungan terjadi karena fusi bersama antara substrat lembaran plastik tadi dengan kawat lasnya.

Alat hot gas welding terdiri dari unit heater, nozzle untuk mengarahkan udara panas, dan compressor udara, baik yang terintegrasi ataupun terpisah. Temperature hot gas welder dapat diatur tergantung dari supply listrik ke heater dan biasanya dapat diatur sampai suhu 200-400 °C, tergantung dari jenis plastik yang akan diwelding. Ukuran dan bentuk nozzle yang dipakai disesuaikan dengan tipe penyambungan yang disiapkan dan bentuk kawat las. Kawat las plastik atau filler rod biasanya berbentuk bundar ataupun segitiga (triangular).

SEBAB KEGAGALAN WELDING PLASTIK

Hal terpenting dalam joining plastics dengan cara welding dan seringkali menimbulkan kegagalan adalah ketidaktepatan dalam pemilihan material plastik baik lembaran plastik yang akan di welding maupun kawat las plastiknya.

1. Pemilihan Material

Teknik hot gas welding hanya dapat diaplikasikan pada jenis material plastik yang bersifat thermoplastics yaitu meleleh jika dipanaskan pada suhu tertentu dan kembali solid pada saat pendinginan. Ketika material plastik dipanaskan maka ikatan molekul plastik akan bergerak dan berpindah membentuk ikatan baru.

Meskipun banyak thermoplastics dapat dilas dengan teknik ini namun secara umum yang sering digunakan adalah plastik jenis : PVC (polyvinylchloride) PP (polypropylene), PE (polyethylene), dan beberapa golongan fluoropolymer seperti PVDF, ECTFE.

Kawat las plastik dan lembaran plastik adalah bahan yang dipakai untuk fabrikasi produk plastik (seperti tanki kimia dll), yang perlu diperhatikan dan sangat penting adalah bahwa **kawat las dan lembaran plastiknya haruslah material yang identik sama secara kimia**. Sebagai contoh meskipun mungkin saja me-las antara polypropylene homopolimer dengan polypropylene random block copolymer, namun kekuatan hasil lasnya secara nyata berkurang.

Setelah mengetahui bahwa plastik yang kita welding adalah identik sama, **hal penting lainnya adalah mengamati kualitas kawat las plastik** sebelum digunakan. Ciri baik buruknya kualitas kawat las dapat diperhatikan dari ada tidaknya porositas. **Kawat las berkualitas buruk biasanya dijumpai porositas/ void-lubang mikro (bisa dilihat dari penampang diameter welding rods)**. Hal ini bisa terjadi karena adanya gas yang terjebak selama proses ekstrusi plastik (bisa disebabkan karena kegagalan proses di mesin ekstrusi ataupun bisa karena raw material plastik yang dipakai berkualitas rendah atau berasal dari raw material hasil re-grinding (daur ulang) terutama beberapa produksi kawat las asal china, tentunya hal ini akan mengakibatkan hal yang tidak kita inginkan yaitu void atau bahkan kebocoran pada hasil welding. Bahkan dalam prosesnya-pun menjadi sulit berikatan dengan material yang akan diwelding karena kedua material tidak homogen. Kawat las dengan kualitas baik dicirikan dengan zero porosity atau tanpa void.

Ketepatan pemilihan material yang hendak diwelding disamping harus identik sama secara polimer, juga harus memiliki kualitas yang sama bagus. **Lembaran material dengan kualitas buruk akan mengalami kegagalan dan tidak akan bertahan lama saat diaplikasikan. Pemilihan material seharusnya tidak berdasarkan perhitungan efisiensi biaya jangka pendek semata apalagi hal yang berkaitan langsung dengan teknik proses dan juga keselamatan kerja (tanki-tanki kimia) .**

Dalam proses pemilihan material ini diperlukan pendekatan yang sistematis untuk aplikasi yang berbeda. **Teknik pemilihan material yang tepat termasuk di dalamnya menentukan persyaratan aplikasi (spesifikasi)** yang sesuai seperti: sifat mekanik, termal, lingkungan, elektrik dan kimia memerlukan perencanaan yang baik.

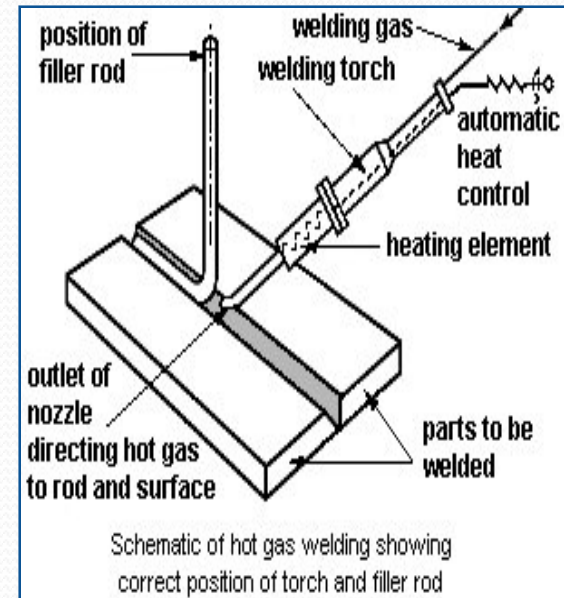
2. Welding Proses

Joining dengan teknik welding disamping ketepatan memilih material dan kualitasnya juga penting bagi welder memahami proses welding dan yakin bahwa **parameter-parameter selama proses welding sudah dilakukan dengan benar dan terkendali.**

Welding Parameter

- Gas (udara bebas atau nitrogen)
- Kecepatan tekanan udara (flow rate)
- Temperature
- Kecepatan welding dan tekanan, posisi sudut antara filler rod dan bagian yang akan dilas (biasanya sudut sekitar 90° dengan flow rate antara 16-60 litre/minute).

Temperature adalah parameter penting, tidak hanya dikontrol dengan setting suhu pada hot gun namun juga kecepatan welding serta posisi hot gun pada parent materialnya (bisa lembaran, pipa atau lainnya). Keuntungan penggunaan hot gas welding adalah alat ini mudah dibawa, namun kualitas hasil welding tergantung dari kecakapan operatornya. Aplikasi hot gas welding tergantung dari kebutuhan fabrikasi seperti penyambungan lembaran plastik untuk tanki atau bak kimia, penyambungan pipa-pipa plastik pada pabrik, pertanian, bangunan, bahkan reparasi pada moulding plastik seperti bumper mobil dan lain-lain.



Tiga parameter yang harus menjadi perhatian untuk mendapatkan hasil welding yang baik :

- 1) **Waktu** : material membutuhkan waktu untuk mencapai suhu welding sebagaimana waktu untuk pendinginan
- 2) **Temperature** : semua thermoplastics mempunyai range temperature welding yang berbeda ikutilah petunjuk suhu welding tiap jenis plastik
- 3) **Tekanan** : jika tekanan pada plastik selama proses welding terlalu kuat atau terlalu lemah, ikatan molekul antara kedua substrat kemungkinan sulit terjadi.

Welding yang baik dilihat dari mixing yang sempurna antar molekul material plastik, jika salah satu dari parameter tadi tidak tepat dilakukan maka dapat terjadi fusi antar molekul lemah. Kontaminasi seperti debu dapat mengganggu proses mixing, oleh karena itu persiapan permukaan material dan welding rod harus dikerjakan dengan benar. Oksidasi, debu, minyak/lemak, dan serpihan material harus dibersihkan sebelum proses welding dimulai.

Persiapan pengerjaan permukaan material sangat penting untuk menghindari terjadi kesalahan welding mulai sedari awal. Alat yang ideal untuk ini adalah scraping blade. Sanding paper ataupun solven tidak direkomendasikan karena seringkali terjadi kontaminasi dari partikel debu dan juga solven yang masuk ke celah welding. Sudut pada area welding juga patut diperhatikan, bila kita salah memilih sudut maka filler rod tidak akan sempurna mengisi area welding. Void dan cracking lines bisa saja terjadi dan kekuatan sambungan welding lemah. Sistem ataupun cara welding yang akan diaplikasikan apapun itu harus diingat tiga parameter tadi yaitu : temperature, tekanan, dan waktu.

Ketika menggunakan hot gun welding, oksidasi otomatis terjadi, dan ini bukan kondisi ideal untuk mendapatkan kualitas welding yang baik. Menggunakan gas nitrogen akan meminimalisir hal ini, tetapi juga tidak dapat menghindari masalah oksidasi tadi, masalah lainnya dapat terjadi karena supply udara tidak bersih, tidak kering dan tidak bebas minyak.

Kesalahan welding

Kesalahan welding yang seringkali terjadi disebabkan antara lain karena :

1. Overheating
2. Underheating
3. Penetrasi welding rod yang kurang
4. Terjebaknya udara pada area welding
5. Welding terlalu cepat sehingga filler rod tertarik atau kurangnya tekanan pada filler rod
6. Posisi memegang alat welding yang tidak tepat : sudut yang salah, terlalu cepat atau terlalu lambat, kurangnya gerakan pendulum (fanning motion) pada metode round nozzle welding
7. Bevel/groove/chamfer yang kurang tepat atau bahkan tidak dipersiapkan.

Berdasarkan hal tersebut tadi maka **keberhasilan welding plastik harus memenuhi tuntutan :**

1. Cukupnya filler masuk/ penetrasi ke area celah welding yang dipersiapkan
2. Tepat dan seimbang antara suhu yang diaplikasikan dengan tekanan pada welding rod
3. Benarnya posisi welder/ cara memegang hot gun
4. Benarnya persiapan material yang hendak diwelding (parent material)
5. Keterampilan pelaksana (welder)

FAKTOR PENYEBAB KEGAGALAN MATERIAL BERBAHAN PLASTIK

Analisa kerusakan merupakan salah satu teknik analisa yang saat ini berkembang. Tujuan analisa ini adalah untuk mengetahui **penyebab paling sering terjadinya kegagalan welding terutama dari material plastik yang dipakai, baru kemudian diikuti kekeliruan proses dan peralatan yang tidak sesuai** serta untuk menentukan tindakan pencegahan agar kerusakan tidak terulang. Untuk jangka pendek diharapkan dapat memperbaiki design dan memperbaiki proses serta metoda fabrikasi, sedangkan untuk jangka panjangnya dapat dipakai pengembangan material dan sebagai metoda mutakhir untuk evaluasi dan memprediksi performance material serta untuk memperbaiki sistem pemeliharaan.

Kegagalan pembuatan part plastik umumnya disebabkan oleh :
Seleksi Material ; Disain ; Proses ; Kondisi service

1. SELEKSI MATERIAL

Kegagalan yang terjadi karena seleksi material yang terburu-buru, merupakan hal yang sering terjadi pada industri. Padahal **syarat utama keberhasilan penggunaan plastik adalah jenis dan kualitas materialnya sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan dalam aplikasi.**

Pada aplikasi yang membutuhkan ketahanan impak yang tinggi, diperlukan material dengan ketahanan impak tinggi. Jika material yang digunakan untuk aplikasi di luar ruang dalam jangka waktu yang lama, diperlukan material dengan ketahanan UV. Untuk mendapatkan seleksi material yang tepat memerlukan perencanaan yang baik, pemahaman material plastik yang cermat dan pengujian prototipe sesuai persyaratan. Pemilihan material sebaiknya tidak berdasarkan efisiensi biaya dan mengabaikan kualitas.

2. DISAIN

Hanya melakukan pemilihan material yang tepat tidak cukup untuk mencegah kegagalan produk. Pada saat mendisain produk, disainer harus menggunakan aturan dasar dan pedoman yang diberikan supplier material untuk disain part khusus. Pada saat disain part plastik perlu diingat beberapa aturan dasar, dengan pengecualian bahwa **kriteria disain berubah pada setiap material dan setiap aplikasi**. Pada saat ini, kegagalan karena disain merupakan hal yang sering terjadi.

3. PROSES

Setelah dilakukan pemilihan material dan disain yang tepat, permasalahan selanjutnya ada pada pemrosesan plastik. Disain yang inovatif dan pemilihan material yang selektif tidak cukup untuk menghasilkan produk yang baik dengan proses yang jelek. Stress, void, weld lines yang buruk merupakan penyebab kegagalan prematur yang sering terjadi. Pencatatan parameter proses merupakan hal yang penting untuk melakukan analisa pada kegagalan produk. Proses lanjutan dan perakitan part juga harus dievaluasi untuk mencegah kegagalan prematur. Kegagalan pada produk sering kali disebabkan oleh stress cracking, drilled holes dan welded joints.

4. KONDISI SERVICE

Meskipun sudah ada label peringatan mengenai keamanan dan instruksi penggunaan, kegagalan karena kondisi service seringkali terjadi pada produk plastik. Lima kategori kondisi service yang tidak disengaja antara lain :

- a) Pemakaian produk yang tidak tepat.
- b) Penggunaan produk melebihi masa penggunaan (life time).
- c) Kegagalan produk karena kondisi service yang tidak stabil.
- d) Kegagalan karena kondisi service melebihi penggunaan yang sesuai.
- e) Aplikasi simultan dari stress yang sinergi.



THANK YOU

www.sugison.com

<http://www.grahamika.indonetwork.co.id>