

Estimasi Dimensi *Blank* Plat Baja AISI 1018 Dalam Pabrikasi Tanki Bahan Bakar Gas

Wahyono Suprpto¹

¹Ketua Kelompok Dosen Teknik Material
Jur. Teknik Mesin FT-UB
E-mail: wahyos@ub.ac.id

Abstrak

Geometri tanki bahan bakar gas bervariasi tetapi untuk mobilisasi dan keamanan, biasanya desain tanki: body dan tutup di rancang dengan bentuk silindris dan kubah. Desain manufaktur tanki gas yang menyeluruh mencakup kebutuhan material, energy transformasi, dan proses lanjutannya. Grafik diagram tegangan-regangan (σ - ϵ) umumnya digunakan untuk mengukur sifat mekanik dan menentukan dimensinya. Dalam proses manufaktur rolling dan deep drawing diagram σ - ϵ dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan material dan energy transformasinya. Transformasi plat ke bentuk silindris dan kubah berimplikasi ke aspek metallografi yang menyebabkan kompleksitas pembentukannya meningkat. Ketidaksesuaian spesifikasi desain dan dimensi produk merupakan masalah yang sering dijumpai dalam pabrikasi. Penelitian deskriptif ini bertujuan untuk mengoptimalkan informasi karakteristik uji tarik dalam aplikasi praktis. Transformasi bahan baku plat baja AISI 1018 ke tanki gas 110L dibahas secara komprehensif dalam artikel ini.

Kata kunci:

Geometri, pabrikasi, prediksi, metallografi, baja AISI 1018.

PENDAHULUAN

Limbah ternak umumnya ditempatkan pada tempat tertentu pada saat musim hujan atau saat penguraian zat organik padat dan cairan yang dihasilkan masuk ke dalam tanah. Proses fermentasi limbah ternak di ruang terbuka menghasilkan biogas yang dapat membuka ruang ozon. Kondisi limbah ternak yang tidak terkontrol berpotensi mencemari lingkungan (polusi) tanah, air, dan udara. Di Era tahun 1980an di kenalkan instalasi pembangkitan biogas dari limbah ternak, dan di pedesaan dibangun ribuan instalasi biogas (*degester*). Sampai sekarang riset-riset teknologi digester dan pemurnian biogas terus berkembang sampai dihasilkan biogas dengan kandungan gas methane (biomethana) mencapai 95%.

Pengadaan energy ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah peternakan dan pertanian merupakan salah satu keunggulan dari reaktor biogas (*degester*). Namun, selama ini gas methane hasil reaksi fermentasi dalam *degester* di pedesaan peruntukannya masih sebatas untuk keperluan rumah tangga (memasak dan penerangan) belum menyentuh masyarakat

modern (perkotaan) dan industri. Akhir-akhir ini Pemerintah (kementerian riset dan teknologi) mencanangkan program Hilirisasi Hasil Penelitian. Komersialisasi biomethana sebagai salah satu konversi BBM tidak hanya mengatasi krisis energy tetapi yang lebih utama meningkatkan peran pedesaan dalam pembangunan Nasional sebagai implementasi program pemerintah tentang desa mandiri.

Pengelolaan potensi energy energy baru dan terbarukan yang baik dan benar dapat menciptakan energy mandiri yang berujung pada kegiatan ekonomi kreatif bagi masyarakat pedesaan. Ekonomi kreatif dapat terbangun apabila salah satu sumber energy baru dan terbarukan (biogas) didistribusikan dengan kualitas dan kuantitas terjamin sehingga dapat digunakan untuk memasak di rumah-rumah, hotel, restoran dan industry pengolahan bahan pangan. Namun, digester yang ada di pedesaan umumnya menghasilkan biogas dengan kualitas gas metana ($\text{CH}_4 \approx 50 - 55\%$) dan tekanan (0,02 Atm) yang rendah sehingga pemakaiannya sangat terbatas, dan kelebihan produksinya dibuang ke atmosfer (polusi).

Packaging atau pengemasan (tabung) merupakan sarana mobilisasi atau transportasi biogas dari *degester* ke pusat-pusat *user* (grosir dan konsumen) yang menguntungkan (aman, praktis dan efisien). Mobilisasi biogas, secara teknis tabung sebagai alat kemasan bersifat kuat, ringan, mudah di pabrikan, tahan terhadap korosi (oksidasi, sulfurisasi), mudah didapat dan murah seperti; paduan aluminium (duralumin), baja carbon rendah. Tanki biomethana dari baja AISI 1018 mempunyai keunggulan komparatif dari tabung-tabung biogas dari plastik atau polimer (polivenil klorida atau PVC). Secara teknis, kekuatan tanki baja AISI 1018 kandungan karbon sangat rendah namun kekuatannya mencapai 400 MPa, mudah dibentuk, dan tahan panas.

DATA DAN PERANCANGAN

Dalam proses pembentukan logam kualitas bahan baku (plat) sangat penting untuk menentukan kualitas produk. Kualitas permukaan menjadi prasyarat khususnya untuk produk *net-shape* atau *near-net-shape*. Dan sifat mekanik bahan (batang, kawat atau pelat) ditentukan oleh komposisi kimianya dan perlakuan termal dan mekanik sebelumnya. Bila terjadi penyebaran pengerasan kerja dari bahan menyebabkan ketebalan produk akan bervariasi. Akibatnya, lendutan alat dan mesin akan berbeda dari satu benda kerja ke benda lainnya. Kudo [53] memberikan beberapa contoh pengaruh kualitas bahan pada ketepatan dimensi dari proses tempa. Cacat karena kualitas bahan yang tidak memadai dapat dicegah dengan: perlakuan panas yang baik terhadap billet atau dengan pelumasan. Flow forming didasarkan pada pengurangan ketebalan awal atau bentuk yang ditentukan sebelumnya, pengurangan dikontrol dengan secara akurat. Penekan memaksa bahan mengalir ke arah aksial dan radial. Dengan demikian, Flow forming secara signifikan meningkatkan fleksibilitas dan akurasi dalam membentuk bagian dengan variasi ketebalan yang besar. Flow forming telah digunakan untuk memproduksi kerucut roket, komponen turbin gas, dan antena parabola (dirgantara). Ini juga telah menghasilkan komponen dan roda power train di industri otomotif, botol gas dan kontainer untuk aplikasi penyimpanan.

Pembentukan aliran dengan gaya tekan diklasifikasikan menurut Standar DIN 8583. Bagian silinder dinding tebal diperpanjang oleh alir pembentukan dengan mengurangi ketebalan dinding. Mesin pembentang mandrel silindris berputar dengan menggunakan rol yang dipandu secara mekanis membentuk ketebalan dinding awal = t' sampai ketebalan dinding akhir = t_1 dalam satu atau beberapa siklus kerja. Perubahan bentuk relatif dirumuskan:

$$R = \{(t_o - t_1) \times 100\} / t_o \quad (1)$$

Perubahan relatif bentuk dapat mencapai 95%. Akurasi yang dicapai sangat tinggi tergantung arah fluks materialnya.

Kualitas penyimpanan biomethana (organic) ditentukan oleh tekanan dan suhu artinya bertambahnya tekanan dan turunnya suhu akan meningkatkan massa biogas. Bertambahnya tekanan biomethana dalam tabung akan meningkatkan massa biogas seperti yang dirumuskan;

$$PV = nRT \quad (2)$$

yang mana P, V, n, R, T masing-masing adalah tekanan [atm], volume [liter], mol gas, konstanta gas [0,082 L.atm/mol atau 8,314J/Kmol], suhu [K]. Dengan demikian naiknya P diikuti dengan bertambahnya massa biogas dalam tabung. Dengan bertambahnya tekanan biogas dibutuhkan tanki penyimpan yang memberikan jaminan keamanan dan keselamatan yang tinggi. Contoh; dengan cara meningkatkan tekanan dari 20 cmH₂O (0,02 atm) menjadi 10 atm maka massa biomethana yang dapat ditampung dalam tabung mengikuti persamaan berlaku hubungan antara massa dengan mol:

$$m = n \times M \text{ atau } n = m/M \quad (3)$$

yang mana n: jumlah mol, M: Massa relatif atom/molekul, m: massa zat (kg).

Mengacu pers. 2 dan 3, $p \times V = n RT$

maka;

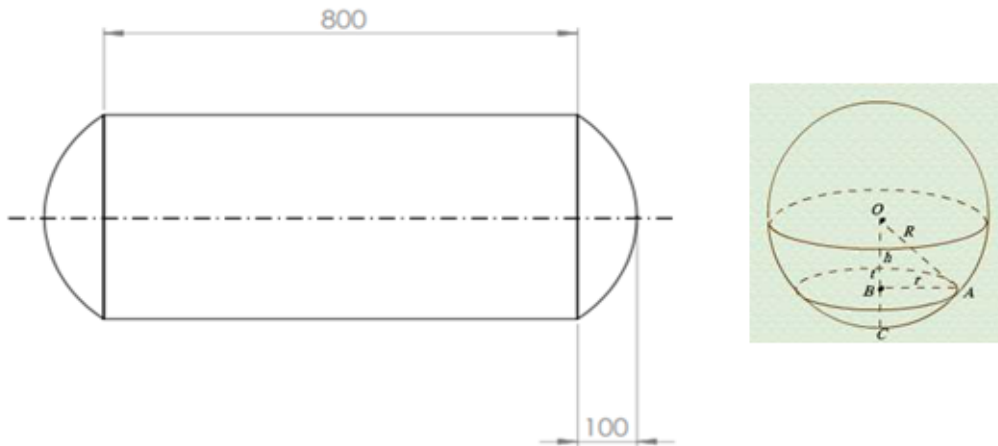
$$p \times V = \frac{m}{M} R \times T \quad (4)$$

Gb. 1 menunjukkan hubungan tabung kapsul secara trigonometri berlaku rumus-rumus:

$$R^2 = h^2 + r^2 \quad \text{dan} \quad R = h + t$$

maka, $h^2 + 2ht + t^2 = h^2 + r^2$
 sehingga $h = \frac{r^2 - t^2}{2t}$

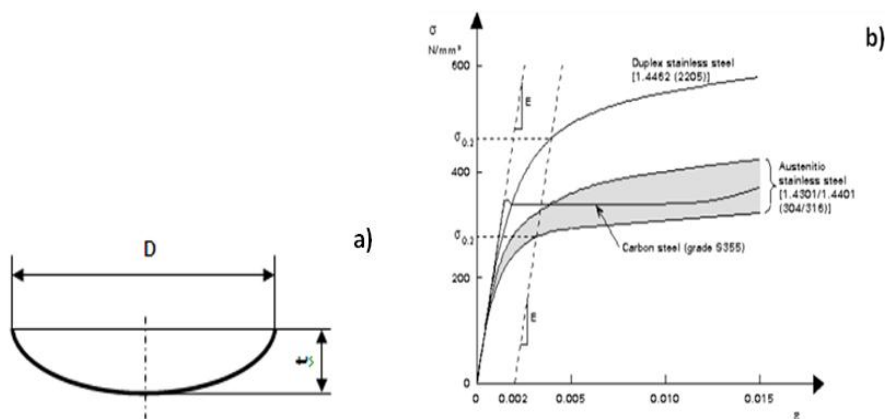
Masukan dimensi tabung diperoleh, $h = 15$ cm dan $R=25$ cm



Gambar 1. Desain tabung

$L_t = 2 \pi R t = 1570 \text{ cm}^2$
 Regangan stretching lingkaran
 Regangan bidang blank baja carbon.
 Hubungan blank terhadap luas selimut tembereng:
 Volume tembereng, $V_t = \pi t^2 (3R - t)$
 $L_p = 4\pi R^2 = \pi D^2$, $V = 4\pi/3 R^3 = \pi/3 D^3$, dan
 $V_t = \pi t^2 (3R - t)$

L_p = luas permukaan bola, L_t = luas bidang lengkung tembereng
 V = volume/isi bola, V_t = volume/ isi tembereng bola
 Hubungan sifat mekanik material terhadap mampu bentuk produk seperti ditunjukkan dalam Gb. 2.



Gambar 2. Sifat mampu alir baja

Proses pembentukan

1. Potong plat (blanking) sesuai ukuran desain.
2. Siapkan: mesin press, cetakan (alas) dan penekan putar.

3. Letakan *blanking* pada cetakan, penekan diletakan pada permukaan *blank* dan tekan dengan mesin press.

Kelebihan proses tempa dingin dengan proses manufaktur lain dapat menghasilkan komponen yang presisi dengan bentuk kompleks. Produk ini sering tidak memerlukan proses pemesinan atau, jika diperlukan, permesinan (*finishing*) sangat terbatas. Produk dengan proses semacam ini disebut *near net shape* atau *net shape*. Hal ini sangat mengurangi pemborosan material dan biaya yang terkait dengan proses manufaktur. Ini merupakan dasar popularitas proses tempa dingin yang banyak digunakan dalam industri otomotif (80%).

Tiga alasan kuat dipilihnya proses tempa dingin untuk pembuatan tanki pesanan adalah: 1. Biaya manufaktur yang rendah, 2. kontrol kualitas dengan zero-defect yang mudah, dan 3. Bentuk kompleks dengan waktu produksi singkat. Deformasi lembaran logam sering terjadi *necking* lokal yang membatasi mampu bentuknya, umumnya ditunjukkan dengan diagram Goodwin-keeler.

Penyebab cacat menjadi rumit dan seringkali tidak mungkin dianalisis karena penyebab cacat yang unik saling terkait, seperti: a). Sifat metalurgi bahan baku (komposisi kimia, sifat mekanik dan fisik, distribusi, geometri dan fraksi volume fase kedua atau inklusi, ukuran butir dan perlakuan panas). b). Persiapan *blank*, termasuk pemotongan *blank* dan konsentrisitas *blank* dengan *dies*. c). Sifat-sifat perkakas (geometri, perlakuan panas, keausan, kekakuan alat dan sifat mekanik serta lapisan permukaan alat). d). Variabel *tribological* (*die friction* dan pelumasan). e). Variabel mesin (rigiditas mesin dan kecepatan operasi dan kondisi proses; urutan, jumlah langkah dalam urutan dan sifat setiap langkah). f). Kenaikan suhu di bagian kerja dan perkakas, kemungkinan menambah kesulitan. Gb. 3 menunjukkan *assembling* konstruksi kubah dalam tanki biogas.



Gambar 3. Manufaktur tabung gas metana

KESIMPULAN

Verifikasi perhitungan telah dilakukan antara desain (perhitungan) dengan data bahan, penyimpangan yang ada untuk desain parameter geometri dapat diterima. Hasil perhitungan desain pada kubah tabung gas

yang diperoleh menunjukkan bahwa diameter *blank* lebih besar tabung. Tingkat cekungan bentuk kubah sangat ditentukan dari ukuran *blank*.

DAFTAR PUSTAKA

- Veerendra Singh Lodhi, A.K. Jain, A Review of Experimental Study of Spring Back Effect of Aluminum Sheet Metal, *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, April, 2014
- M.A.J. de Vries, Defects and defect avoidance in cold forging, Eindhoven University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering Department of Production Engineering and Automation 27 februari 1992
- The Ohio State University, Evaluation of Lubricants for Production Conditions in Metal Forming, May 2006.
- M.Sivanandini, S.S.Dhami, B.S.Pabla, Flow Forming Of Tubes-A Review, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 3, Issue 5, May-2012, ISSN 2229-5518.
- Gyadari Ramesh, Dr.G.Chandra Mohan Reddy, Analysis of Optimization of Blank Holding Force In Deep Drawing By Using LS DYNA, *International Journal Of Engineering, Research and Applications (IJERA)*, August 2012
- Van Quang Nguyen, Balamurugan Ramamurthy and Jau-Wen Lin, Optimization Of Influential Process Parameters On The Deep Drawing Of Aluminium 6061 Sheet Using Taguchi And Finite Element Method, ICETI-2014 X1038 SCI, No. 15-CSME-37, E.I.C. Accession Number 3812.
- Sukrnanto Dibyo, Penerapan Perhitungan Desain Untuk Penukar Kalor, RSG-GAS, Prosiding Seminar ke-8 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir, Jakarta, 15 Oktober 2002.
- Ashwin Kumar bhaisarer, Abhishek Jain, Optimization of Blank Holding Pressure in Deep Drawing Process through FEA, *International Journal of Engineering Inventions*, Volume 3, Issue 4 (November 2013) PP: 61-66
- B. Niels Oluf Azushima, A. Groche, P.; Ishibashi, I. Merklein, M. Morishita, H. Nakamura, T. Schmid, S. Yoshida, M., Environmentally Benign Tribosystems for Metal Forming, Elsevier Editorial System(tm) for CIRP Annals - Manufacturing Technology, Manuscript Draft, 2010