

## Distribusi Pembebanan pada Rangka Generator Hidrogen Sebagai Alternatif Bahan Bakar Kompor

Rahayu Mekar Bisono<sup>1</sup>, Agus Choirul Arifin<sup>2</sup>

Politeknik Negeri Madiun<sup>1,2,3</sup>

[mekar@pnm.ac.id](mailto:mekar@pnm.ac.id)<sup>1</sup>, [arifin07pnm@gmail.com](mailto:arifin07pnm@gmail.com)<sup>2</sup>

### Abstrak

*Generator hidrogen adalah suatu alat yang memanfaatkan reaksi kimia air dari sumber energi listrik, perubahan energi ini biasa disebut elektrolisis air, pada generator hidrogen ini dapat berfungsi untuk memisahkan kandungan H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada air yang kandungannya H<sub>2</sub>O. Kompor berbahan bakar hidrogen merupakan salah satu pilihan alternatif yang bisa digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Namun untuk saat ini belum banyak orang yang menggunakan jenis kompor tersebut, sehingga untuk menarik minat serta untuk meringkas tempat maka dibuatlah kompor yang dirangkai dengan rangka sehingga akan memudahkan operator dalam penggunaan. Dengan dibuatnya rangka ini diharapkan akan dapat meringkas kebutuhan luas area dari kompor hidrogen yang sudah ada. Bahan rangka yang dipilih adalah besi siku yang memiliki ketebalan 3mm dan dirangkai dengan sambungan las serta disusun membentuk sebuah rak untuk tempat kompor dan juga generator hidrogennya. Untuk distribusi pembebanan dilakukan secara merata sesuai dengan jumlah beban pada setiap bagian rangka. Tegangan tarik yang diperoleh pada sambungan las kampuh sebesar 1,27 N/mm<sup>2</sup>. Tegangan geser yang diperoleh pada sambungan las sudut sebesar 1,807 N/mm<sup>2</sup>.*

Kata Kunci : Generator, Hidrogen, Kompor, Pembebanan, Rangka

### A. PENDAHULUAN

Pada era ini, bahan bakar adalah suatu hal yang sangat penting bagi masyarakat, terutama bahan bakar gas yang sering digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, hingga keperluan industri. Bahan bakar gas yang sering digunakan oleh masyarakat adalah bersumber dari minyak bumi yang didapatkan dari sisa-sisa fosil yang melebur dengan tanah. Fosil ini didapatkan dari tulang makhluk-makhluk yang telah lama mati dan untuk memperbarui minyak bumi dibutuhkan waktu yang sangat lama dari puluhan hingga jutaan tahun. Sekarang ini penggunaan minyak bumi oleh masyarakat sangatlah berlebihan, karena itu minyak bumi dapat habis sewaktu-waktu, dan pada masa itu dibutuhkan energi lain pengganti bahan bakar yang bersumber dari minyak bumi. Salah satu alternatif energi pengganti bahan bakar minyak bumi saat ini sudah banyak contohnya, seperti penggunaan listrik sebagai bahan bakar kendaraan, juga pemanfaatan limbah kotoran sapi untuk biogas sebagai bahan bakar kompor untuk memasak. Energi alternatif ini sangatlah bermanfaat bagi masyarakat, karena minyak bumi yang sekarang ini sudah mulai langka. Pemanfaatan elektrolisis air untuk memproduksi hidrogen juga salah satu dari energi alternatif, alat yang memproduksi hidrogen dari air ini biasa disebut reaktor hidrogen atau generator hidrogen. Dikarenakan perlu inovasi yang ringkas untuk kompor hidrogen, maka dibutuhkan rancangan rangka untuk kompor hidrogen yang bertujuan untuk meringkas rangkaian beserta perlengkapannya.

### B. LANDASAN TEORI

#### 1. Perencanaan Rangka

Sebuah perhitungan kekuatan bahan akan bermanfaat bila kondisi kerja dan pembebanan yang timbul untuk komponen tersebut mendekati kenyataan, juga cara menentukan besarnya tegangan yang diijinkan memerlukan pengalaman. Bila syarat-syarat ini tidak dapat terpenuhi, harus dilakukan dengan jalan percobaan-percobaan. Perencanaan rangka dalam pembuatan kompor hidrogen ini memerlukan suatu alat untuk menggabungkan bahan-bahan untuk di jadikan kompor hidrogen yaitu berupa pengelasan. Sambungan las dasar pada konstruksi baja pada umumnya dibagi menjadi sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpang (Harsono, 1979).

Dalam perencanaan pembebanan rangka generator hidrogen sebagai alternatif bahan bakar kompor ini digunakan beberapa teori yang dijadikan sebagai dasar dalam proses perencanaan rangka tersebut, diantaranya adalah teori-teori dasar pembebanan distribusi, elemen mesin (sambungan las) dan sambungan mur baut.

##### a. Perhitungan Rangka

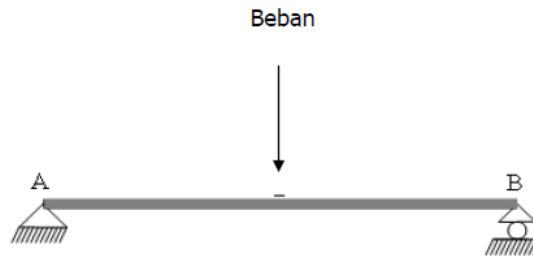
Untuk melakukan perhitungan rangka, digunakan gaya yang terletak pada bidang x-y, sehingga kondisi untuk kesetimbangan benda dapat ditentukan dengan hanya tiga persamaan kesetimbangan skalar, (Kalpakjian, 2009) yaitu:

$$\Sigma F_x = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \dots\dots\dots(2)$$

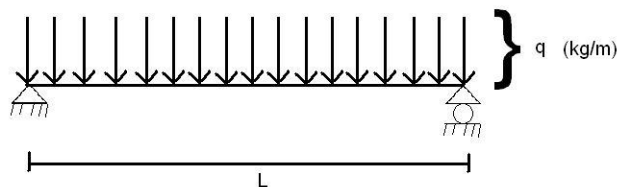
$$\Sigma M_o = 0 \dots\dots\dots(3)$$

Diagram benda bebas kesetimbangan gaya-gaya luar dan momen dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram benda bebas gaya luar

Untuk menentukan besarnya tegangan-tegangan pada suatu bagian batang yang ditumpu, besarnya resultan pada tumpuan dapat menggunakan persamaan-persamaan kesetimbangan.



Gambar 2. Batang yang ditumpu diberikan beban merata

b. Sambungan Las

Sambungan las termasuk jenis sambungan tetap dimana pada konstruksi dan alat permesinan, sambungan las ini sangat banyak digunakan. Berdasarkan kekuatannya, maka sambungan las dapat dibedakan menjadi las kempuh (*butt joint*) dan las sudut (*fillet weld*), (Harsono, 1979).

Tegangan tarik pada las kempuh dapat dirumuskan oleh persamaan berikut:

$$\sigma = F/(l \times t) \dots\dots\dots (4)$$

- $\sigma$  = gaya tarik (N/mm<sup>2</sup>)
- F = gaya (N)
- l = panjang las (mm)
- t = tinggi ukuran las (mm)

Tegangan geser pada las sudut dapat dirumuskan dengan persamaan dibawah ini:

$$\tau = F/(0,707 \times h \times l) \dots\dots\dots (5)$$

- $\tau$  = tegangan geser (N/mm<sup>2</sup>)
- F = gaya (N)
- h = tinggi ukuran las (mm)
- l = panjang las (mm)

## 2. Hidrogen

Hidrogen yang dalam bahasa Yunani, *hydro* berarti air, dan *genes* artinya membentuk. Hidrogen adalah unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat nonlogam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar. Dengan massa atom 1,00794amu, hidrogen adalah unsur teringan di dunia. Hidrogen juga adalah unsur paling melimpah dengan persentase kira-kira 75% dari total massa unsur alam semesta (Palmer, 1997).

Cavendish adalah penemu hidrogen pada tahun 1781. Pada atmosfer bumi, hidrogen tidak terdapat pada unsur bebas karena massa molekulnya yang rendah, tetapi dapat ditemukan dalam bentuk berbagai senyawa terutama air (House and House, 2016). Senyawa hidrogen yang sederhana bersifat kovalen dan dapat menghasilkan elektron yang membentuk ion hidrida. Hal ini menyebabkan hidrogen dapat membentuk berbagai struktur kimia dan dapat bereaksi menghasilkan bermacam-macam senyawa. Hidrogen merupakan sarana untuk menyimpan serta mentransmisikan energi yang berasal dari sumber energi utama. Hidrogen memiliki banyak hal menarik untuk dikembangkan, salah satunya yaitu banyaknya energi yang dilepaskan ketika hidrogen terbakar serta produk pembakarannya sebagian besar mengandung air, sehingga tidak menimbulkan masalah lingkungan.

## C. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu pengamatan langsung pada obyek untuk memperoleh data kuantitatif serta gambaran secara jelas terhadap permasalahan yang terjadi, serta melihat dan mengaplikasikan alat-alat sederhana menjadi peralatan yang modern.

Berikut ini merupakan alur kegiatan dalam distribusi pembebanan pada rangka generator hidrogen sebagai alternatif bahan bakar kompor.

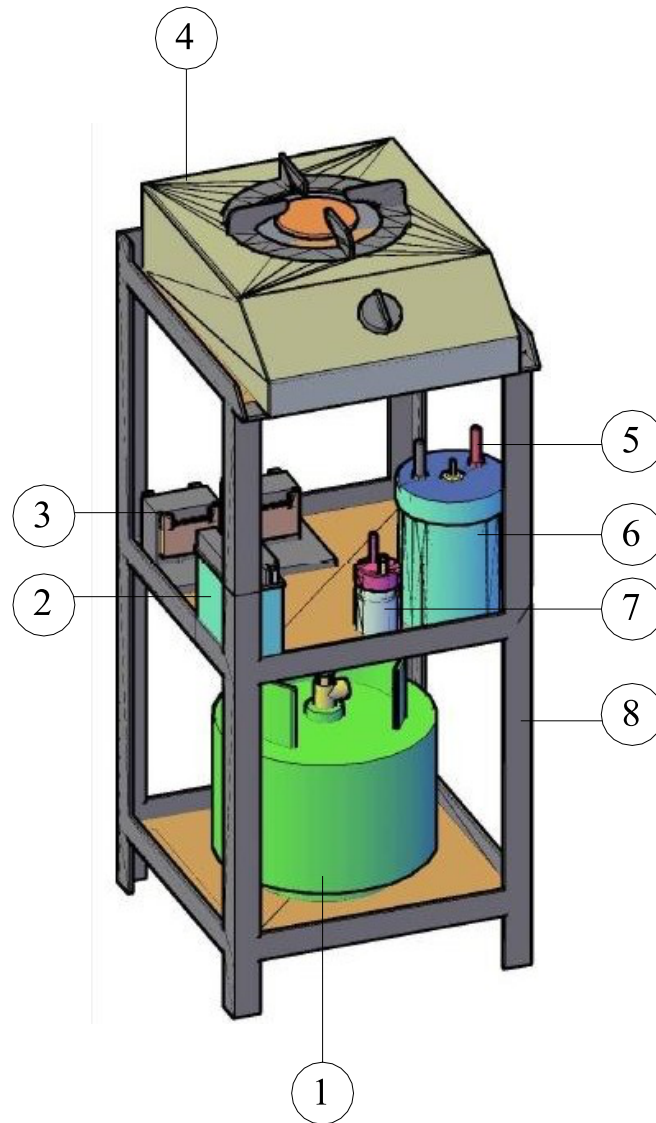
Tahap 1. Pengumpulan data.

Tahap pertama adalah melakukan pengumpulan data dengan tujuan untuk merangkum teori-teori dasar, acuan secara umum dan khusus. Proses pengumpulan data bisa dilakukan dengan cara observasi lapangan. Studi literature juga dimaksudkan untuk memperoleh gambaran secara lebih detail mengenai perancangan dan pembuatan frame generator hidrogen.

Tahap 2. Perencanaan alat

Pada tahap kedua dilakukan pemodelan sistem dari data yang sudah ada dari hasil pengumpulan data sehingga data tersebut dapat dijadikan acuan dalam proses berikutnya. Perancangan alat ini terlebih dahulu membuat gambar model melalui autocad atau dalam bentuk gambar lainnya lalu sampai akhirnya kita akan mendapatkan hasil simulasinya.

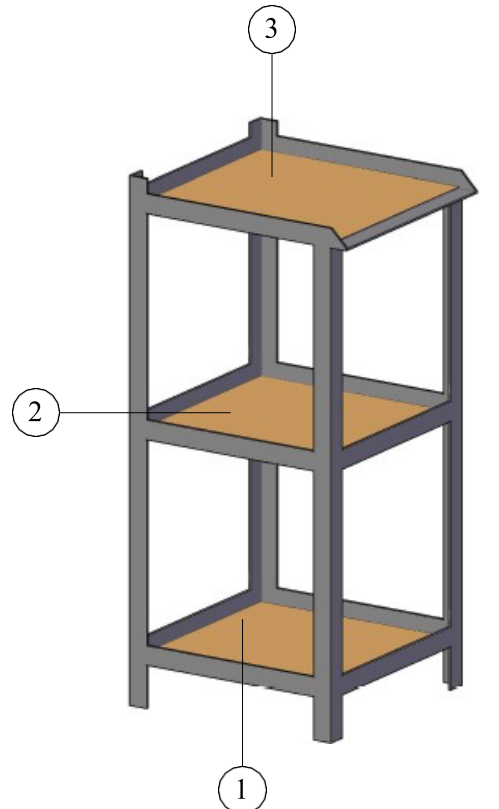
Berikut merupakan rencana gambar desain dari rangkaian generator hidrogen sebagai alternatif bahan bahan kompor.



Keterangan:

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| 1. Tabung Gas.  | 5. Elektroda.          |
| 2. Baterai.     | 6. Botol elektrolisis. |
| 3. Cas Baterai. | 7. Botol Bubbler.      |
| 4. Kompor Gas.  | 8. Frame.              |

Gambar 3. Rencana gambar desain



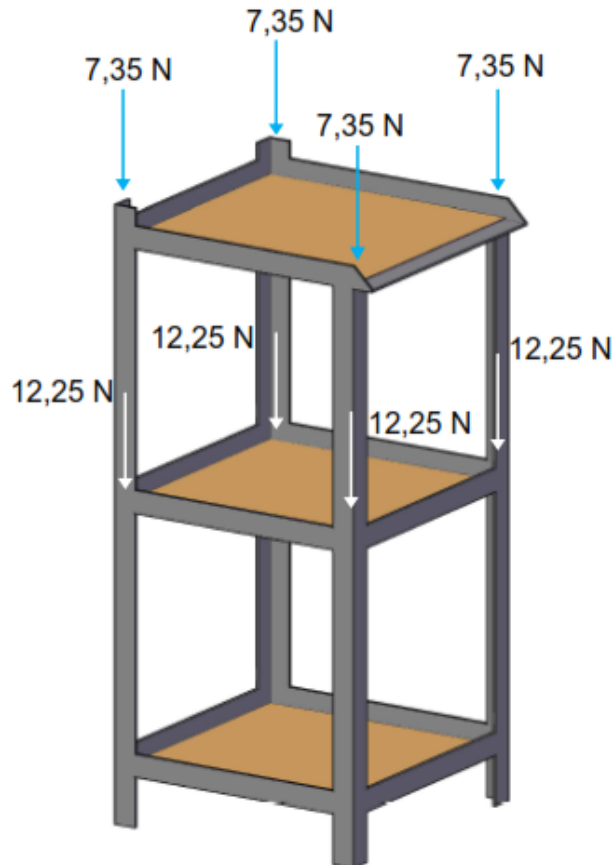
Keterangan:

1. Tempat Tabung Gas.
2. Tempat Generator Hidrogen.
3. Tempat Kompor Gas.

Gambar 4. Rencana gambar desain rangka

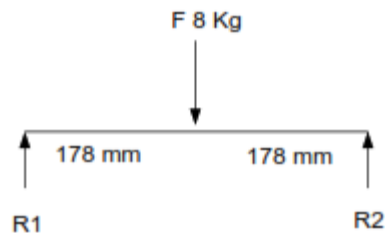
#### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Rangka pada Generator Hidrogen
  - a. Perhitungan Distribusi Beban Rangka
    1. Distribusi beban pada frame kompor dan generator hidrogen



Gambar 5. Distribusi pembebanan pada rangka kompor dan generator hidrogen

Beban kompor didistribusikan di tengah tengah rangka, dengan data sebagai berikut:  
 $3 \text{ Kg} + 5 \text{ Kg} = 8 \text{ Kg}$



Dari persamaan 1, diperoleh:

$$\Sigma F_1 = 0$$

$$(8\text{kg} \times 178\text{mm}) + (356\text{mm} \times R_2) = 0$$

$$1424\text{kg}\cdot\text{mm} + (356\text{mm} \times R_2) = 0$$

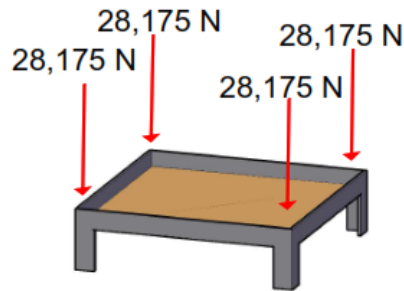
$$356\text{mm} \times R_2 = 1424\text{kg}\cdot\text{mm}$$

$$R_2 = 1424 \text{ kg}\cdot\text{mm} / 356\text{mm}$$

$$= 4\text{kg}$$

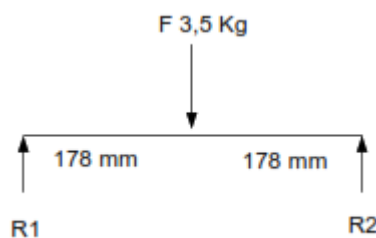
Kembali ke persamaan 1,  
 Karena jaraknya sama maka ,  $F_1 = F_2$ .

2. Distribusi beban pada rangka tabung gas



Gambar 6. Distribusi pembebanan pada rangka tempat tabung gas

Distribusi beban pada rangka tempat tabung gas didistribusikan di tengah tengah rangka, dengan data sebagai berikut:



Dari persamaan 1, diperoleh:

$$\Sigma F_1 = 0$$

$$(3,5\text{kg} \times 178\text{mm}) + (356\text{mm} \times R_2) = 0$$

$$623\text{kg}\cdot\text{mm} + (356\text{mm} \times R_2) = 0$$

$$356\text{mm} \times R_2 = 623\text{kg}\cdot\text{mm}$$

$$R_2 = 623 \text{ kg}\cdot\text{mm} / 356\text{mm}$$

$$= 1,75\text{kg}$$

Kembali ke persamaan 1,  
 Karena jaraknya sama maka ,  $F_1 = F_2$ .

b. Perhitungan Kekuatan Las

1. Las Kampuh

Dari hasil pengamatan awal, maka didapatkan data seperti dibawah ini:

$m = 11,5\text{kg}$  (total seluruh beban)

$t = 3\text{mm}$  (digunakan besi siku dengan tebal 3mm)

$l = 30 \text{ mm}$  (panjang las)

Berdasarkan persamaan 4, didapatkan tegangan tarik untuk las kampuh sebagai berikut:

$$\sigma = F/(l \times t)$$

$$= (11,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2) / (30\text{mm} \times 3\text{mm})$$

$$= 115\text{N} / 90\text{mm}^2$$

$$= 1,27 \text{ N/mm}^2$$

Maka diperoleh tegangan tarik sebesar  $1,27 \text{ N/mm}^2$  pada sambungan las kampuh.

2. Las Sudut

Dari hasil pengamatan awal, maka didapatkan data seperti dibawah ini:

$m = 11,5\text{kg}$  (total seluruh beban)

$h = 3\text{mm}$  (digunakan besi siku dengan tebal 3mm)

$l = 30\text{ mm}$  (panjang las)

Berdasarkan persamaan 5, didapatkan tegangan geser untuk las sudut sebagai berikut:

$$\tau = F / (0,707 \times h \times l)$$

$$= (11,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2) / (0,707 \times 3\text{mm} \times 30\text{mm})$$

$$= 115\text{N} / 63,63\text{mm}^2$$

$$= 1,807 \text{ N/mm}^2$$

Maka diperoleh tegangan geser sebesar  $1,807 \text{ N/mm}^2$  pada sambungan las sudut.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Perhitungan distribusi pembebanan pada rangka generator hidrogen berfungsi sebagai acuan dalam proses rancang bangun pembuatan generator hidrogen secara aktual.
2. Tegangan tarik yang diperoleh pada sambungan las kampuh sebesar  $1,27 \text{ N/mm}^2$ .
3. Tegangan geser yang diperoleh pada sambungan las sudut sebesar  $1,807 \text{ N/mm}^2$ .

Saran untuk pembahasan yang telah dilakukan adalah perlu adanya perhitungan secara spesifik tentang rancang bangun pembuatan rangka generator hidrogen untuk menghitung berapa biaya yang dibutuhkan selama proses pembuatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Wiryosumarto, Harsono; Okumura, Toshie. 1979. *Teknologi pengelasan logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- House, J. E. and House, K. A. 2016. 'Hydrogen', *Descriptive Inorganic Chemistry*, 3, pp. 111–121. doi: 10.1016/B978-0-12-804697-5.00007-5.
- Kalpakjian, Schmid. 2009. *Manufacturing Engineering And Technology*, Sixth Edition, Addison Wesley.
- Palmer, David. 1997. *"Hydrogen in the Universe"*. NASA. Diakses 23-3-2023