

Teknik Mesin

Pengaruh Ukuran Baut untuk Mengurangi Kegagalan Sambungan Pada Fleksibel Kopling Flange Di Unit Thermal Oil Heater

Paul K S Harefa^{*1}, Irvansyah², Herry Darmadi³, Naqasya Asyrori Sidabutar⁴, Dian Kurnia⁵

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

⁵Program Studi Agribisnis Kelapa Sawit, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 15 Agustus 2024

Revisi Akhir: 18 Agustus 2024

Diterbitkan Online: 19 Agustus 2024

KATA KUNCI

Ukuran baut, jarak baut, kopling flange

Keywords:

Bolt size, bolt spacing, flange coupling

KORESPONDENSI

Email : paulharefa03@gmail.com

A B S T R A K

Dalam industri, penggunaan Thermal Oil Heater (TOH) digunakan untuk menghasilkan sistem panas dengan cara memanaskan oli yang akan digunakan dalam proses produksi pada unit-unit yang membutuhkan sistem pemanas. Pada unit TOH menggunakan pompa untuk dapat memindahkan fluida, yang mana keterpasangan pompa menggunakan kopling flange untuk menyambungkan motor dan pompa magnet guna memindahkan thermal oil. Ukuran dan material baut serta mur pada kopling flange sangat penting untuk memastikan keamanan dan efisiensi operasional, mempertimbangkan putaran, daya, dan ekspansi thermal. Melalui observasi, dokumentasi, wawancara, dan studi literatur, penelitian menunjukkan bahwa diameter nominal baut yang optimal adalah 9,52 mm dengan jarak keterpasangan 60 mm, sesuai dengan standar industri seperti American National Standards Institute (ANSI), International Organization for Standardization (ISO), dan Japan International Standard (JIS) untuk menghindari kegagalan sambungan dan kerusakan pada kopling flange..

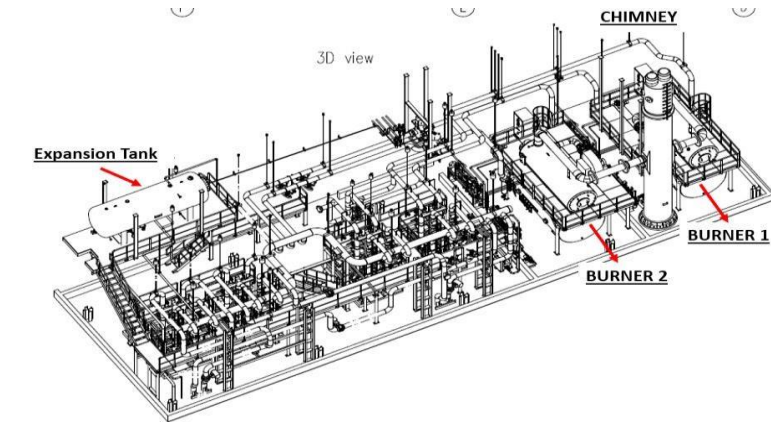
A B S T R A C T

In the industry, the use of a Thermal Oil Heater (TOH) is employed to generate a heating system by heating oil, which will be used in the production process in units that require a heating system. In the TOH unit, a pump is used to transfer the fluid, where the pump's connection uses a flange coupling to link the motor and magnetic pump for transferring thermal oil. The size and material of the bolts and nuts in the flange coupling are crucial to ensure operational safety and efficiency, taking into account rotation, power, and thermal expansion. Through observation, documentation, interviews, and literature studies, the research shows that the optimal nominal bolt diameter is 9.52 mm with a coupling distance of 60 mm, in accordance with industry standards such as the American National Standards Institute (ANSI), the International Organization for Standardization (ISO), and the Japan International Standard (JIS) to prevent joint failure and damage to the flange coupling.

PENDAHULUAN

Salah satu unit penting dalam berlangsungnya proses produksi adalah unit Thermal Oil Heater (TOH), yang berfungsi untuk memanaskan cairan oli (thermal oil fluid) sebagai media yang dipanaskan didalam pipa-pipa coil dimana panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar. Penggunaan thermal oil heater untuk menghasilkan sumber panas untuk menggantikan boiler yang menggunakan air sebagai media yang dipanaskan yang dinilai lebih bagus.

Dalam unit TOH, motor dan pompa menjadi komponen utama yang digunakan untuk memindahkan thermal fluid atau thermal oil melalui sistem perpipaan yang kompleks. Untuk menjaga kinerja yang optimal, pada keterpasangan pompa menggunakan pompa sentrifugal jenis magnet atau magnetic drive pump dan sambungan antara motor dan pompa magnet menggunakan fleksibel kopling flange yang terdiri dari baut dan mur.



Gambar 1. Unit *Thermal Oil Heater*

Untuk menentukan ukuran baut dan mur pada sambungan fleksibel kopling flange merupakan hal yang penting. Ukuran yang tepat sangat penting untuk memastikan keamanan, keandalan, dan efisiensi operasional di unit TOH. Faktor-faktor seperti putaran dan daya yang terlibat dalam operasi unit TOH akan mempengaruhi kebutuhan akan kekuatan dan ketahanan sambungan[1].

Pemilihan material baut dan mur juga harus memiliki kekuatan dan ketahanan yang sesuai dengan kondisi penggunaan fleksibel kopling flange di unit TOH. Pemilihan ukuran baut pada fleksibel kopling flange tidak hanya didasarkan pada aspek teknis, tetapi juga standar yang berlaku dalam industri. Standar seperti American National Standards Institute (ANSI), International Organization for Standardization (ISO) dan Japan International Standard (JIS) memberikan pedoman dan spesifikasi yang perlu diikuti untuk memastikan kompatibilitas dan keamanan kopling[2].

TINJAUAN PUSTAKA

Kopling adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan. Pada keterpasangan pompa, kopling merupakan komponen penting yang digunakan untuk meneruskan putaran dari elektromotor menuju pompa, sehingga fluida dapat di pompakan. Salah satu jenis kopling yang digunakan pada unit TOH adalah fleksibel kopling flange, dimana kopling penggerak poros berputar yang terdiri dari flange yang di satu dipasang di ujung setiap poros (elektromotor dan pompa). Flange ini dibuat bersama dengan cincin baut untuk membuat pergerakannya selesai. Kopling ini memiliki fungsi untuk menyatukan ujung tabung dengan terlihat rata dan tertutup[3].

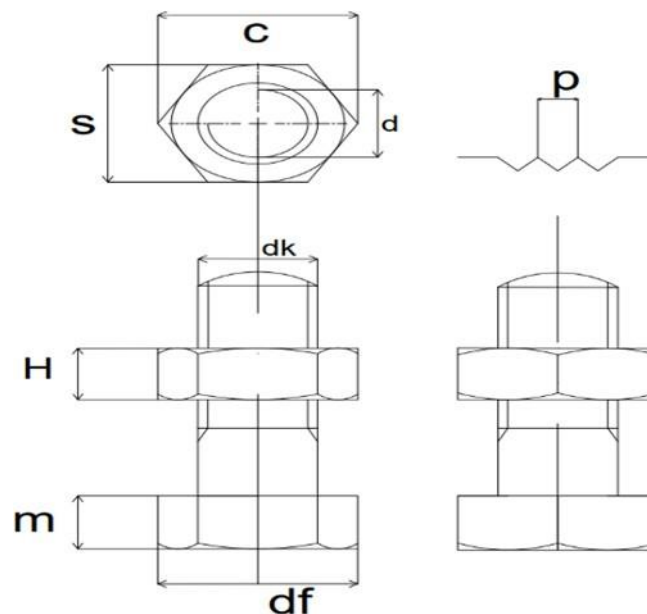
Pada keterpasangan fleksibel kopling flange, digunakan baut dan mur sebagai pengikat dari pada kopling, sehingga penting untuk merencanakan ukuran-ukuran dari baut dan mur yang akan digunakan pada fleksibel kopling flange. Perencanaan baut dan mur sangat diperlukan karena pada umumnya baut dan mur

digunakan untuk menyambungkan dua bagian dimana sambungan ini diketatkan dengan ulir yang di tabkan pada salah satu bagian. Baut dan mur merupakan suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menyambungkan dua buah elemen mesin dengan sambungan yang dapat dilepas[4].



Gambar 2. Fleksibel *Kopling flange*

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan, atau kerusakan pada mesin, pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Untuk merencanakan ukuran-ukuran utama baut akibat mengalami tegangan geser dan momen torsi[5]. Jumlah baut yang berhubungan dengan diameter poros serta diameter lingkaran jarak tempat kedudukan baut pengikat kopling flens[6].



Gambar 3. Tampak Baut dan Mur

Dalam perencanaan, sebagian besar pengikat terbuat dari baja karena kekuatannya yang tinggi, kekakuannya yang tinggi, keuletannya yang baik, serta kemampuan mesin dan sifat mampu bentuk yang baik[7]. Namun komposisi dan kondisi baja yang digunakan berbeda-beda. Itu kekuatan baja yang digunakan untuk baut dan sekrup digunakan untuk menentukan nilainya, berdasarkan salah satu dari beberapa standar[8]. Tiga peringkat kekuatan yang sering tersedia: kekuatan tarik dan kekuatan luluh yang familiar ditambah kekuatan bukti. Kekuatan pembuktiannya, mirip dengan elastis batas, didefinisikan sebagai tegangan pada baut atau sekrup akan mengalami deformasi permanen[6].

METODOLOGI

2.1 Spesifikasi Peralatan

Dalam suatu perencanaan, metode disini yang digunakan mengacu pada beberapa metode yang dimana pengumpulan data ini sebagai dasar dalam perencanaan menentukan ukuran baut. Adapun metode yang digunakan yaitu metode observasi, metode wawancara, metode dokumentasi dan metode literatur (studi pustaka)[9].

Tabel 1. Spesifikasi Pompa Magnet

Merk	Dickow Pumpen
Tipe	NMWR s 125/250
Kapasitas	272,7 $m^3/hour$
Putaran	2985 rpm
Ketinggian	46 m
Daya	39,2 kW

Tabel 2. Spesifikasi Elektromotor

Merk	Siemens
Nomor	1LE15012DB090AH4-Z
Tegangan	400 volt
Daya	75 kW
Frekuensi	50 Hz
Arus	132 Ampere
Putaran	2485 rpm

Tabel 3. Spesifikasi Baut

Bahan	S30C
Kekuatan tarik	48 Kg/mm ²
Jumlah baut	6

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Menentukan Ukuran Utama Baut

Dalam merencanakan ukuran-ukuran utama pada baut, ada beberapa perhitungan yang dilakukan agar bisa melakukan perhitungan ukuran-ukuran dari baut. Diketahui terlebih dahulu faktor keamanan yang digunakan .

Tabel 4. Tabel Faktor Pengaman Berdasarkan Golongan

Beban	Golongan I	Golongan II	Golongan III
Statis	1,7 - 2,0	1,9 - 2,3	2,7 - 3,4
Dinamis I	2,0 - 2,3	2,3 - 2,7	3,4 - 4,0
Dinamis II	2,3 - 2,7	2,7 - 3,2	4,0 - 4,7

Pada perencanaan ukuran-ukuran utama baut dan mur, faktor keamanan yang digunakan adalah 4, karena bahan yang sudah diketahui, namun kondisi beban, tegangan dan lingkungan yang tidak pasti.

Tabel 5. Baja karbon untuk konstruksi mesin menurut JIS

Standart dan Macam	Lambang	Kekuatan Tarik (Kg/mm ²)	Kekuatan Tarik (Mpa)
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G4501)	S30C	48	480
	S35C	52	520
	S40C	55	550
	S45C	58	580
	S50C	61	620
	S55C	66	660

Kemudian nilai tegangan tarik dari Kg/mm² diubah menjadi Mpa dimana 48 Kg/mm² menjadi 480 Mpa.

Berikut perhitungan dalam merencanakan ukuran-ukuran utama baut dan mur:

- Menghitung tegangan tarik yang di izinkan pada baut

$$\sigma_y = 48 \text{ Kg/mm}^2 = 480 \text{ MPa}$$

$$SF = 4$$

$$\sigma_{bol} = \frac{\sigma_y}{SF} = \sigma_{bol} = \frac{480}{4} = \sigma_{tr} = 120 \text{ Mpa}$$

- Menghitung Tegangan Geser yang di Izinkan pada Baut

$$\sigma_{bol} = 120 \text{ MPa}$$

$$n = 6$$

$$\tau_{bol} = \frac{\sigma_{bol}}{n} = \tau_{bol} = \frac{120}{6} = \sigma_s = 20 \text{ Mpa}$$

- Menghitung momen torsi

$$N = 75 \text{ kW} = 75000 \text{ W}$$

$$n = 2485 \text{ rpm}$$

$$Mt = \frac{60 \times N}{2 \times \pi \times n}$$

$$Mt = \frac{60 \times 75000}{2 \times \pi \times 2485}$$

$$Mt = 288,210 \text{ N m} = 288210 \text{ N mm}$$

- Menghitung diameter poros

$$Mt = 288210 \text{ N mm}$$

$$\sigma_s = 20 \text{ MPa}$$

$$Mt = \frac{\pi}{16} \times \sigma_s \times d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 288210}{20 \times \pi}}$$

$$d = 41,86 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$$

a. Diameter luar leher kopling *flange*

$$d = 40 \text{ mm}$$

$$D = 2 \times d$$

$$D = 2 \times 40$$

$$D = 80 \text{ mm}$$

- Menghitung diameter lingkaran jarak untuk kedudukan baut

$$d = 40 \text{ mm}$$

$$D_1 = 3 \times d = 3 \times 40 = 120 \text{ mm}$$

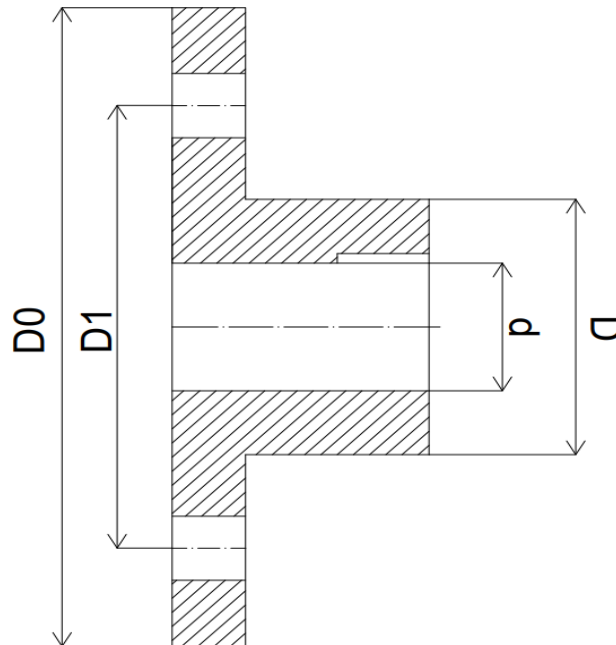
- Menghitung diameter luar kopling

$$D_1 = 120 \text{ mm}$$

$$d = 40 \text{ mm}$$

$$D_0 = D_1 + (D_1 - d)$$

$$D_0 = 120 + (120 - 40) = 200 \text{ mm}$$



Gambar 4. Tampak Kopling *Flange*

- Menghitung ukuran-ukuran utama baut

$$M_t = 288210 \text{ N mm}$$

$$\sigma_s = 20 \text{ MPa}$$

$$n_b = 6$$

$$D_1 = 120 \text{ mm}$$

$$M_t = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \tau_{bol} \times n \times \frac{D_1}{2}$$

$$22810 = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times 20 \times 6 \times \frac{120}{2}$$

$$d = \sqrt{\frac{22810}{\pi \times 20 \times 60}} = 8,74 \text{ mm}$$

Dari perhitungan ukuran-ukuran utama baut, didapatkan hasil yaitu 8,74 mm. Namun untuk mendapatkan keamanan pengikatan yang lebih bagus maka diambil ukuran baut yaitu 9,52 mm. Berikut adalah tabel ukuran-ukuran utama baut dan mur

Tabel 6. Ukuran-ukuran dasar baut dan mur

W	d	dk	df	P	m	H	S	C
3 / 8	9,52	7,49	8,5	1,59	7	10	17	19,6

1 / 2	12,7	9,99	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34
5 / 8	15,37	12,92	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4

Berikut keterangan dari table ukuran-ukuran dasar baut dan mur :

W = Standart baut *withworth*

d = Diameter nominal baut/mur pada diameter luar ulir (mm)

dk = Diameter inti baut/mur pada diameter dalam ulir (mm)

df = Diameter rata-rata (mm)

p = Jarak puncak ulir (mm)

m = Tinggi kepala baut (mm)

H = Tinggi mur (mm)

S = Lebar kunci (mm)

C = Jarak sudut menyudut (mm)

b. Menentukan Jarak Keterpasangan Baut

- Menghitung Jari-Jari lingkaran *Pitch Circle Diameter (PCD)*

$$D_1 = 120 \text{ mm}$$

$$R = \frac{D_1}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ mm}$$

- Menghitung sudut antara dua baut

$$nb = 6$$

$$\theta_{ab} = \frac{360^\circ}{nb} = \frac{360^\circ}{6} = 60^\circ$$

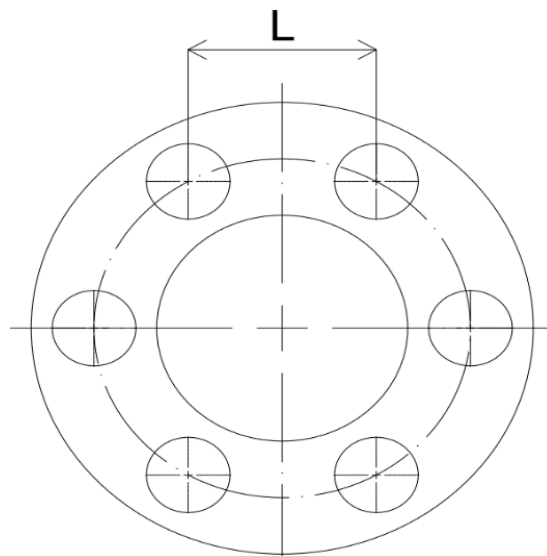
c. Menghitung Jarak Keterpasangan Baut

$$R = 60 \text{ mm}$$

$$\theta_{ab} = 60^\circ$$

$$L = 2 \times R \times \sin\left(\frac{\theta_{ab}}{2}\right)$$

$$L = 2 \times 60 \times \sin\left(\frac{60^\circ}{2}\right) = 2 \times 60 \times 0,5 = 60 \text{ mm}$$



Gambar 5. Jarak Keterpasangan Baut

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan perhitungan ukuran-ukuran utama baut dan mur berdasarkan putaran dan daya motor yaitu diameter nominal baut/mur pada diameter dalam ulir adalah 9,52 mm, diameter inti baut/mur pada diameter dalam ulir 7,49 mm, diameter rata-rata 8,5 mm, jarak puncak ulir 1,59 mm, tinggi kepala baut 7 mm, tinggi mur 10 mm, lebar kunci 17 mm, dan jarak sudut menyudut 29,6 mm dan Jarak keterpasangan baut di flensa pada sambungan kopling flange antara motor dan pompa magnet yaitu 60 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Kartika, N. H. Abdullah, And P. Saksono, "Energy Saving Analysis Using Burner /Thermal Tank And Heater Electric In The Marine Fuel Oil (Mfo) Treatment Process," *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 17, No. 1, P. 7, Jun. 2023, Doi: 10.24853/Sintek.17.1.7-16.
- [2] H. Darmadi, R. Sitompul, N. Tarigan, And D. Kurnia, "Kekuatan Lelah (Fatigue) Pada Pegas Ulir Tekan Di Unit Vibrating Screen Akibat Adanya Beban Siklik (Berulang) Menggunakan Uji Fatik (Fatigue Test)," *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, Vol. 10, No. 1, Pp. 190–202, 2024.
- [3] H. Hendri, S. Suhengki, And P. Ramadhan, "Analisa Efisiensi Boiler Dengan Metode Heat Loss Sebelum Dan Sesudah Overhaul Pt. Indonesia Power Ubp Pltu Lontar Unit 3," *Jurnal Power Plant*, Vol. 4, No. 4, Pp. 218–227, 2017.
- [4] H. Huda, T. Ruki Biyanto, An Fathoni, And T. Diwa Larasati, "Analisis Prediksi Model Fouling Pada Heat Exchanger Di Crude Oil Refinery Prediction Analysis Of Fouling Model On Heat Exchanger In The Crude Oil Refinery," *Jurnal Chemurgy*, Vol. 06, No. 1, Pp. 88–99, 2022, [Online]. Available: [Http://E-Journals.Unmul.Ac.Id/Index.Php/Tk](http://E-Journals.Unmul.Ac.Id/Index.Php/Tk)
- [5] M. Rais Zain And A. Mustain, "Evaluasi Efisiensi Heat Exchanger (He-4000) Dengan Metode Kern," *Jurnal Teknologi Separasi Distilat*, Vol. 6, No. 2, Pp. 415–421, 2020, [Online]. Available: [Http://Distilat.Polinema.Ac.Id](http://Distilat.Polinema.Ac.Id)
- [6] F. D. Saputri And H. Hasnira, "Pengaruh Perubahan Temperature Demin Water Terhadap Heat Transfer Lube Oil System Before And After Maintenance Heat Exchanger Type Plate Pltgu Panaran," *Jurnal Rekayasa Energi*, Vol. 02, No. 01, Pp. 33–39, 2023.
- [7] S. F. Dina, "Jurnal Rekayasa, Teknologi Proses Dan Sains Kimia The Utilization Of Palm Shells As A Substitute For Industrial Fossil Fuel On System Thermal Oil Heater," *Reprokimia*, No. 2, Pp. 1–11, 2022.
- [8] N. Fatowil Aulia, "Evaluasi Kinerja Pompa Sentrifugal Pada Sistem Thermal Oil Di Industri Pengolahan Makanan Menggunakan Software Psat," *Jurnal Teknik Energi*, Vol. 17, No. 3, Pp. 239–251, 2021, [Online]. Available: [Https://Jurnal.Polines.Ac.Id/Index.Php/Eksergi](https://Jurnal.Polines.Ac.Id/Index.Php/Eksergi)
- [9] H. Darmadi And D. Kurnia, "Besarnya Tegangan Tarik Yang Diizinkan Pada Rantai Untuk Memutar Tippler Lori Yang Berisi Tandan Buah Matang (Tbm) Di Pt Z," *Jurnal Vokasi Teknik*, Vol. 1, No. 3, Pp. 29–37, 2023