

PENENTUAN FAKTOR KEAMANAN DAN PERATURAN KESELAMATAN PADA KOMPONEN DAN KONSTRUKSI SIPIL

Oleh
Puguh Triwinanto^{*)}

Abstrak

Faktor keamanan dan peraturan keselamatan diperlukan dalam perencanaan komponen dan konstruksi sipil. Dalam makalah ini dibahas tentang perencanaan tali kawat pada pesawat angkat dan fixing granit pada kulit luar gedung bertingkat. Pada pembahasan tali kawat pada crane, faktor keamanan saat dipakai pada hoist system menurut API Specification 2A adalah minimal 5,0. Sedangkan jika tali kawat digunakan pada personal hoist system maka faktor keamanan harus dirancang 10,0.

Pada studi kasus fixing granit dengan lem pada gedung bertingkat dirancang dengan faktor keamanan 8. Dari hasil pengamatan maka umur lem untuk fixing granit sekitar 8 tahun. Setelah berumur 8 tahun, kondisi ini berisiko pada keselamatan pemakai gedung dan masyarakat. Walaupun faktor keamanan pada fixing granit mencapai 8 maka konstruksi granit dengan lem tersebut tidak memenuhi persyaratan keselamatan.

Kata kunci: keamanan, komponen, konstruksi.

Abstract

The safety factor and safety regulation are used in designing of component and civil construction. In this paper it is discussed wire rope design of crane and design of granite fixing on external wall of high rise building. In the discussion of crane wire rope, safety factor is used for hoist system according API Specification 2A is minimum of 5.0. If wire rope is used for personnel hoist system, the safety factor is minimum of 10.0.

In the case study of granite fixing on high rise building, the safety factor is 8. From the monitoring result, the life time of granite fixing is 8 years. After 8 years, this condition is risky against the safety of occupant and surrounding public. Although the design safety factor is 8, granite construction with adhesive is not fulfil safety requirement.

Keywords: security, component, construction

I. PENDAHULUAN

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari konstruksi. Pada pesawat angkat, di Indonesia sudah dibuat peraturan tentang perencanaan dan keselamatan operasional pesawat angkat. Pada American Petroleum Institute (API) Specification 2C juga memuat tentang faktor keamanan untuk tali kawat.

^{*)} Ahli Peneliti Utama B2TKS - BPPT & Crane Inspector

Di Indonesia, dengan adanya standardisasi bidang konstruksi maka diharapkan dapat diperoleh kondisi komponen dan konstruksi memenuhi persyaratan teknis.

Pada perencanaan dan kegiatan jasa konstruksi terdapat risiko dan kecelakaan kerja serta kegagalan konstruksi. Pada makalah ini dibahas permasalahan penentuan faktor keamanan wire rope pada pesawat angkat jenis temporary gondola. Temporary gondola ini biasanya digunakan untuk pekerjaan kulit luar gedung bertingkat. Salah satu jenis bahan kulit luar gedung adalah granit.

Tujuan dari makalah ini yaitu didapat prinsip perencanaan suatu konstruksi yang sesuai standar dan peraturan yang berlaku. Sehingga diharapkan didapatkan perencanaan tali kawat pada crane dan fixing granit pada kulit luar gedung bertingkat dapat memenuhi persyaratan.

II. DASAR TEORI

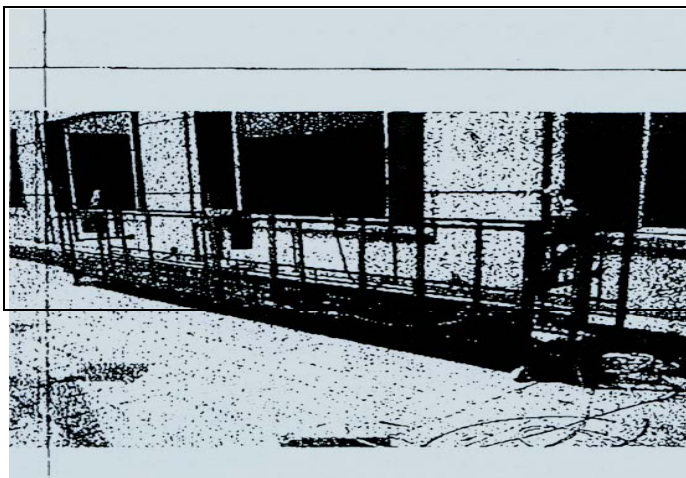
Dalam perencanaan kekuatan, ada 3 metode dasar pemakaian faktor keamanan untuk mencapai konstruksi yang aman, yaitu:

- a. Metode tegangan izin (*permissible stress method*), dimana kekuatan ultimate (*ultimate strength*) bahan dibagi dengan suatu faktor keamanan untuk mendapatkan tegangan rencana yang biasanya di daerah elastis.
- b. Metode faktor beban (*load factor method*), dimana beban kerja (*working load*) dikalikan dengan suatu faktor keamanan.
- c. Metoda keadaan batas (*limit state method*) dengan mengalikan beban kerja dengan faktor keamanan parsial dan juga membagi kekuatan ultimate bahan dengan faktor keamanan parsial yang lain.

III. PERENCANAAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Wire Rope pada Crane

Pada perencanaan tali kawat crane dilakukan analisis studi kasus perencanaan tali kawat gondola sementara dan ditampilkan pada Gambar 1.



Beban mati:

- Kabel power = 75 kg
- Wire rope = 128 kg
- Plat form = 120 kg

Total beban mati: 458 kg

	Beban hidup: - Beban hidup = 3 orang x 65 kg = 195 kg
--	---

Gambar 1 Foto Temporary Gondola

Secara teoritis perencanaan tali kawat pada Gambar 1 dapat diselesaikan dengan berbagai cara. Tegangan luluh karakteristik dari tali kawat adalah 80 kg/mm^2 . Beban keranjang ditahan oleh 2 tali kawat. Jadi masing-masing kawat menahan beban mati 229 kg dan beban hidup 97,5 kg. Secara teoritis perencanaan tali kawat dapat diselesaikan dengan beberapa cara, yaitu:

- (a) Metode faktor beban dengan suatu faktor beban 2,0.
- (b) Tegangan izin rencana dengan faktor keamanan 2,0 pada tegangan luluh.
- (c) Perencanaan tegangan batas dengan faktor keamanan sebagai berikut, $\gamma_G=1,4$ untuk beban mati, $\gamma_G=1,6$ untuk beban hidup, $\gamma_m=1,15$ untuk beban baja.

(a) Metode faktor beban

$$\begin{aligned} \text{Beban rencana} &= \text{faktor beban} \{ \text{beban mati} + \text{beban hidup} \} \\ &= 2.0 (229 \text{ kg} + 97,5 \text{ kg}) = 653,0 \text{ kg} \end{aligned}$$

Luas penampang melintang tali kawat yang diperlukan adalah

$$= \frac{\text{beban rencana}}{\text{tegangan luluh}} = \frac{563 \text{ kg}}{80 \text{ kg/mm}^2}$$

(b) Metode tegangan izin

$$\text{Beban rencana} = 229 \text{ kg} + 97,5 = 326,5 \text{ kN}$$

$$\text{Tegangan izin} = \frac{\text{tegangan luluh}}{\text{faktor keamanan}} = \frac{80}{2} = 40 \text{ N/mm}^2$$

Luas tampang yang diperlukan adalah:

$$= \frac{\text{Beban rencana}}{\text{tegangan izin}} = \frac{326,5 \text{ kg}}{40 \text{ kg/mm}^2} = 8.2 \text{ mm}^2$$

(c) Metode keadaan batas

$$\begin{aligned} \text{Beban rencana} &= \gamma_G \times \text{beban mati} + \gamma_G \times \text{beban hidup} \\ &= 1,4 \times 229 + 1,6 \times 97,5 = 476,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{tegangan rencana} = \frac{\text{tegangan luluh karakteristik}}{\gamma_m} = \frac{80}{1,15} = 69,56 \text{ N/mm}^2$$

Luas tampang melintang yang diperlukan

$$= \frac{\text{beban rencana}}{\text{tegangan rencana}} = \frac{476,6}{69,56}$$

Safety Regulation:

Dalam praktek penentuan faktor keamanan perencanaan konstruksi terdapat beberapa kelompok antara lain:

- 1) Faktor keamanan ditentukan sendiri oleh perencana. Namun demikian tetap harus menjamin bahwa:
 - (a) Pada beban terburuk konstruksi harus tetap aman
 - (b) Selama kondisi kerja normal deformasi dari bagian konstruksi tidak mengurangi bentuk keawetan dan penampilan
- 2) Penentuan faktor keamanan ditentukan pada kondisi yang sudah umum dipakai, misalnya:
 - (a) Penentuan faktor keamanan untuk angkur jenis dynabolt adalah 5 dari kekuatan cabut maksimum untuk beban statis.
 - (b) Tegangan baut yang diizinkan umumnya 6 kg/mm² jika difinis tinggi dan 4,8kg/mm² jika difinis biasa (Sularso, Elemen mesin)

3) Safety Regulation

Dalam perencanaan ini faktor keamanan ditentukan oleh instansi atau badan suatu negara yang berwenang, contohnya antara lain:

(a) Sumber: API Specification 2C

Specification for Offshore Cranes

Hoist Systems: The design factor of wire rope reeving used in load hoist and boom hoist systems shall not be less than 2.5 times C_b (or C_r) or 5.0, whichever is greater.

Suspension System: The design factor of standing wire rope used for boom pendants and other support systems shall not be less than 2.0 times C_b (or C_r) or 4.0, whichever is greater.

Personnel Hoist System: The design factor of load hoist wire rope when handling personnel shall not be less than 10.0

Keterangan:

C_b = Dynamic Coefficient-Bottom Supported Structure

C_r = Dynamic Coefficient-Floating Structure

(b) Rancangan SNI

Syarat-syarat umum konstruksi lif penumpang yang dijalankan dengan motor traksi tanpa kamar mesin.

Syarat-syarat umum konstruksi:

- Standar ini tidak mencakup ketentuan perlindungan terhadap bahaya kebakaran baik yang laten maupun yang nyata timbul dari luar instalasi lif dalam bangunan gedung.

- Jika faktor keamanan konstruksi bagian-bagian lif tidak ditentukan secara terinci diambil minimal 5.
- Bahan (material) yang digunakan untuk membuat bagian-bagian lif bila tidak disebut secara terinci, dari baja dengan kandungan karbon tertentu dan mengikuti Tabel 1 Penggunaan baja karbon.

Persyaratan tali baja traksi

- (1) Tegangan tarik (*tensile strength*) dari kawat (elemen tali baja) minimal 1570N/mm² atau 1770N/mm², untuk jenis tali baja dengan tegangan tunggal. Pada jenis tali baja tegangan ganda, maka tegangan tarik kawat 1370N/mm² untuk kawat luar dan 1770N/mm² untuk kawat dalam dari tiap-tiap lilitan (*strand*).
- (2) Masing-masing tali baja bebas bekerja sendiri-sendiri tidak bersambung dan tiap utas seragam tegangannya.
- (3) Jumlah tali baja traksi diperkenankan minimal 2 (dua) utas, dengan syarat faktor keamanan diambil minimal 16. Jika menggunakan tali baja traksi 3 atau lebih maka faktor keamanan diambil minimal 12.
- (4) Jika menggunakan tali baja traksi, maka diameter nominal tali minimal 8mm dan jika menggunakan sabuk minimal 3 mm.

3.2 Perencanaan Tali Kawat Sesuai Standar

Menurut API Specification 2C:

Temporary Gondola pada Gambar 1, jika dirancang dengan API Specification 2A maka diperoleh:

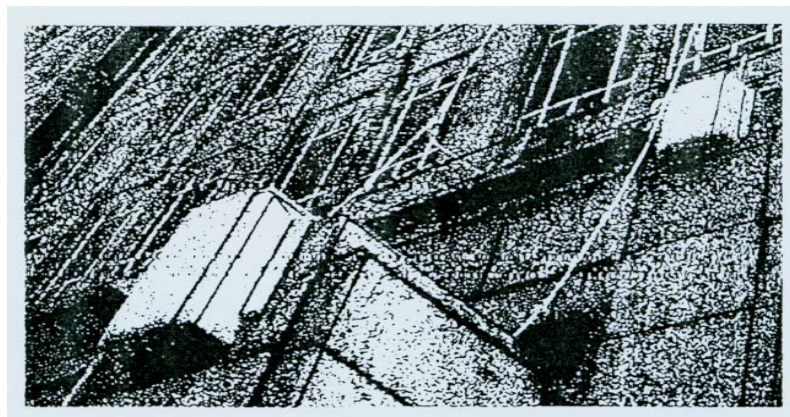
Kekuatan tarik wire rope minimum:

$$= 10,0 \times 326,5 \text{ kg}$$

$$= 3.265 \text{ kg}$$

3.3 Fixing Granit

Data hasil pengujian granit ditampilkan pada Tabel 1. Foto granit pada kulit luar gedung ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Foto Granit pada Kulit Luar Gedung

Tabel 1 Data Hasil Uji Granit Tertempel Pada Beton

No	Benda Uji	Jenis Uji	Gaya (kN)	Keterangan
1.	Granit Tertempel Pada Beton dengan lem epoxy	Tarik statis	8,19	Granit belum lepas

Jika posisi menggantung maka besarnya beban mati (DL)

$$DL = (0,3m \times 0,3m \times 0,03m) \times 26^{kN/m^3}:$$

$$\text{Gaya tarik minimum} = 0,0702 \text{ kN} \times sf (8)$$

$$= 0,5616 \text{ kN} = 57,25 \text{ kg}$$

Beban mati dengan faktor keamanan 8 yang harus ditahan oleh lem adalah 0,56kN sedangkan hasil uji adalah 8,10kN. Secara teoritis dengan membandingkan beban mati dan beban uji maka memenuhi persyaratan teknis. Namun demikian setelah dilakukan monitoring ternyata umur lem tersebut kurang lebih 8 tahun. Secara umum, perencanaan fixing granit dilakukan dengan tanpa batas umur atau mengikuti umur gedung. Jadi jika ditinjau dari segi keselamatan maka konstruksi granit dengan lem epoxy tidak memenuhi persyaratan keselamatan.

Pada sistem kering, pemasangan granit pada kulit luar gedung bertingkat digunakan angkur atau pin. Lem epoxy biasanya digunakan untuk pemasangan granit untuk segmen granit terakhir yang tidak memungkinkan pemasangan granit dengan angkur. Namun demikian dengan adanya risiko keselamatan pengguna gedung, maka pemasangan granit sebagai penutup harus tetap sesuai atau aman digunakan angkur atau baut. Walaupun dari segi arsitektur atau penampilan kulit luar atau kolom kurang cocok.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan studi kasus tentang faktor keamanan dan keselamatan maka dapat disimpulkan:

1. Pada perencanaan dimensi wire rope dengan beban mati 229 kg dan beban hidup 97,5kg maka menurut metode faktor beban adalah luas $8,2 \text{ mm}^2$, menurut metode tegangan izin adalah luas $8,2 \text{ mm}^2$, dan menurut keadaan batas $6,9 \text{ mm}^2$.
2. Pada beban mati 229 kg dan beban hidup (97,5 kg maka menurut perencanaan sesuai Standar API Specification 2A adalah tali kawat dengan kekuatan tarik minimum 3.265kg.

3. Pada analisa kekuatan fixing granit dengan lem maka faktor keamanan mencapai lebih dari 8. Namun setelah dilakukan monitoring, maka setelah berumur 8 tahun, granit lepas. Sehingga dari segi keselamatan maka konstruksi fixing granit dengan lem kurang memenuhi persyaratan teknis. Untuk itu yang cocok adalah fixing dengan sistem mekanik, seperti angkur, pin, atau baut.

DAFTAR PUSTAKA

1. API Specification 2C. Specification for Offshore Cranes, American Petroleum institute. Washington, D.C. Fifth Edition, April 3, 1995.
2. Rancangan SNI. Syarat-syarat umum konstruksi lif penumpang yang dijalankan dengan motor traksi tanpa kamar mesin. BSN, Rapat konsesus 22 Oktober 2003.
3. W. H. Mosley dan J. H Bungey. Perencanaan Batang Bertulang. Alih Bahasa Ir. Elly Madyayanti. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984.
4. Sularso dan Kiyokatsu Suga. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 1987
5. Joseph E. Shigley dan Larry D. Mitchell. Perencanaan Teknik Mesin. Alih Bahasa Gandhi Harahap. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991.