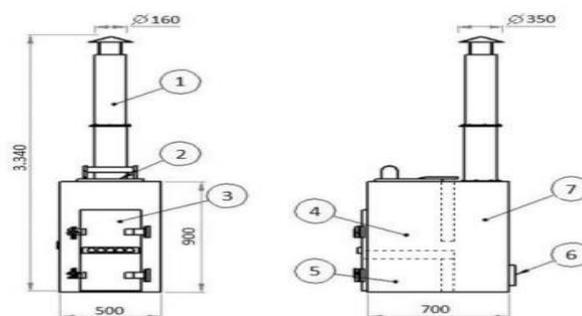


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Sukamta, dkk. (2017), telah membuat alat *incinerator* limbah padat medis skala kecil. Untuk mengolah limbah medis padat, harus dibakar pada suhu lebih tinggi dari 800 °C untuk mengurangi sampah yang mudah terbakar yang tidak bisa lagi didaur ulang, dan bahan kimia beracun, untuk membunuh bakteri dan virus. Secara hemat energi perspektif, untuk mengatasi hal ini, sebuah *insinerator* telah dikembangkan. Rangka utama *incenartor* terbuat dari besi siku. Besi siku dipotong menggunakan gerinda tangan tergantung pada dimensi desain, dan dirakit menggunakan proses pengelasan. Langkah selanjutnya adalah menyelesaikan pembuatan ruang pembakaran, dan cerobong asap. Dinding *insinerator* terbuat dari batu bata merah, dan kaca woll untuk isolator. Untuk mengukur dan mengontrol suhu menggunakan *thermocouple* dan *thermocontrol* yang diletakkan di dinding bagian mesin *insinerator*. mesin *insinerator* telah diuji, dan bekerja dengan baik. limbah medis padat yang digunakan untuk pengujian yaitu botol infus, spets, botol kaca, pempers bayi dan obat kadaluarsa. Alat ini menunjukkan suhu pembakaran sampai 998°C selama 25 menit, semua sampah yang dibakar telah menjadi abu kecuali jarum, plastik dan kaca. Jadi, mesin ini bisa dioperasikan sebagai peralatan pengolahan limbah medis padat skala kecil.



**Gambar 2. 1** Rancangan *incinerator* (Sukamta, 2017)

Hernady, dkk. (2019), telah melakukan Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian *Burner* dengan Bahan Bakar Oli Bekas dan Minyak Jelantah. Yang bertujuan untuk memanfaatkan limbah oli untuk bahan bakar *burner*/kompor yang

bisa dipakai untuk kebutuhan rumah tangga ata kebutuhan industri kecil dan menengah. Penelitian ini menitik beratkan pada perancangan dan pembuatan *burner*/kompor berbahan bakar limbah oli atau limbah minyak goreng (minyak jelantah). Dari hasil pengujian alat yang dibuat nilai kalor yang dihasilkan *burner*/kompor berbahan bakar oli bekas sebesar 482.220 J/s sedangkan untuk minyak jelantah sebesar 14.0311 J/s, gas polutan yang dihasilkan yang berbahaya bagi manusia yaitu SO<sub>2</sub> (*sulfur dioksida*) sekitar 4.5 µg/Nm<sup>3</sup> dan untuk minyak jelantah tidak terdeteksi. Hasil tersebut masih di bawah ambang batas aman.



**Gambar 2. 2** Rancangan *burner* (Hernady, dkk. 2019)

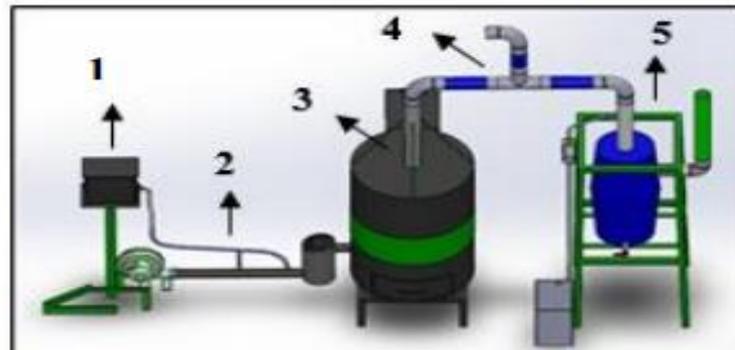
Adiputra, dkk. (2019) dengan judul kajian penggunaan *incinerator* untuk mengelola limbah medis padat di Denpasar, Paper ini membahas bagaimana pengolahan limbah di RSUD Wangaya dan khususnya penggunaan *incinerator*. Pembahasan akan meliputi pengelolaan limbah di RSUD Wangaya, langkah-langkah pembangunan *incinerator*, unjuk kerja *incinerator* dan analisa ekonomi. Hasil uji emisi gas buang yang dikeluarkan oleh cerobong dan persyaratan teknis lainnya sudah memenuhi standar dari KLHK. Hasil Analisa ekonomi *incinerator* di RSUD Wangaya memperlihatkan NPV Rp15.039.352.740, IRR 33,49 bulan, PBP 2,74 tahun, PI 4,69 artinya semua analisa ekonomi terpenuhi sehingga *incinerator* secara ekonomi adalah layak. Tujuan dari penulisan paper ini untuk membahas bagaimana pengelolaan limbah di RSUD wangaya dan khususnya penggunaan *incinerator*. Pembahasan akan meliputi pemaparan pengolahan limbah di RSUD Wangaya, langkah langkah pembangunan *incinerator*, unjuk kerja *incinerator* dan analisa investasi. Untuk bisa operasionalnya *incinerator* di rumah sakit harus memenuhi persyaratan administrasi dan persyaratan teknis. Persyaratan

administrasinya antara lain: memiliki izin lingkungan, akta pendirian perusahaan, izin lokasi, Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP), Izin Usaha Tetap (IUT), Izin Usaha Industri (IUI), Izin Mendirikan Bangunan (IMB), izin penyimpanan limbah B3, izin pembuangan limbah cair.

Persyaratan teknis *incinerator* yang harus dipenuhi :

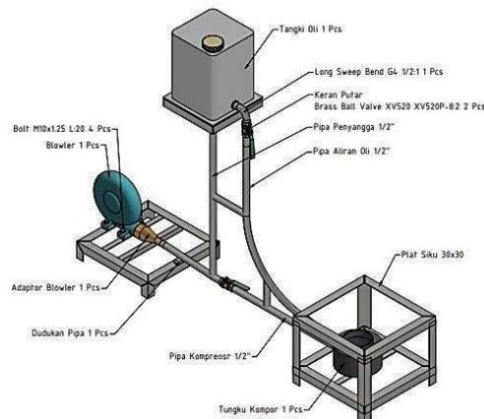
1. Efisiensi pembakaran sekurang-kurangnya 99,5%
2. Suhu ruang bakar utama sekurang-kurangnya 800°C
3. Suhu paling rendah 1000° C di ruang bakar dua dengan waktu tinggal singkat 2 detik
4. Memiliki alat pengendali pencemaran udara berupa *wet scrubber* atau sejenisnya
5. Ketinggian cerobong paling rendah 14 meter
6. Cerobong dilengkapi lubang pengecekan Emisi
7. Emisi atau gas buang memenuhi standar

Lesmana, dkk. (2021) dengan judul rancang bangun alat pembakar sampah (*Incinerator*) dengan *burner* oli bekas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja *incinerator* yang dibuat, parameter uji *incinerator*, temperatur tertinggi yang dihasilkan dari proses pembakaran yaitu limbah plastik kering dan daun kering serta kapasitas limbah yang bisa ditampung dalam ruang pembakaran . Dari hasil rancang bangun alat pembakar sampah (*incinerator*) terdapat 5 bagian utama yaitu ruang pembakar utama, cerobong asap, ruang filterisasi, tangki bahan bakar dan tungku *burner* dengan spesifikasi ruang pembakar utama berdimensi 930 x 580 mm dengan volume sampah didalam ruang pembakaran 0,245 m<sup>3</sup> atau 8 – 15 Kg sampah dalam satu kali pembakaran serta temperatur tertinggi didalam ruang pembakaran 443,2 °C untuk sampah daun kering dan 480,7 °C untuk sampah plastik kering adapun efisiensi alat *incinerator* yaitu 96,94% sampah daun kering dan 90,68% sampah plastik kering.



**Gambar 2. 3** Rancangan *incinerator* (Lesmana, 2021)

Putra, dkk. (2022) melakukan penelitian dengan judul Kompor Ekonomis Berbahan Bakar Oli Bekas, dengan tujuan untuk mengetahui rancang bangun kompor (*burner*) berbahan bakar oli bekas, beserta spesifikasinya dan mengetahui hasil pengujian menggunakan kompor (*burner*) pembakaran oli bekas. Berangkat dari kurangnya pemanfaatan limbah oli bekas dan belum adanya alat yang baik untuk memanfaatkan oli bekas tersebut. Disisi lain apabila digunakan sebagai bahan bakar, oli bekas tidak menghasilkan pembakaran sempurna. Penelitian ini menggunakan model perancangan *French*. Penelitian ini disimpulkan bahwa kompor (*burner*) yang dirancang memiliki bentuk yang besar dibandingkan pada *burner* pada umumnya. Kompor (*burner*) mencapai tekanan 3.5 bar dengan suhu mencapai 1127 °C. Api yang dihasilkan oli bekas berwarna jingga. Perbandingan bahan bakar menghasilkan data bahwa elpiji lebih cepat 16 menit dibandingkan oli bekas dalam peleburan alumunium. Panjang nyala api paling tinggi ialah 1.57 m pada variasi tekanan udara 3 bar dan paling rendah ialah 0.83 m pada tekanan 1 bar. Adanya pengaruh variasi tekanan terhadap temperatur pembakaran dengan temperatur minimal dan maksimal mencapai titik tertinggi dengan tekanan sebesar 2.5 bar dengan temperatur sebesar 118 °C dan 994 °C sedangkan untuk titik terendah pada temperatur minimal dan maksimal pada tekanan 1 bar dengan temperatur sebesar 80,4 °C dan 662 °C dengan tekanan 0,5 bar.



**Gambar 2. 4** Rancangan *burner* (Athallahariq, dkk., 2022)

## 2.2 Landasan Teori

Landasan teori merupakan penjabaran dari tinjauan pustaka sebagai acuan untuk memecahkan masalah dan untuk merumuskan hipotesis. Landasan teori dapat berbentuk uraian kualitatif, model matematis, atau persamaan-persamaan yang berkaitan dengan bidang ilmu yang diteliti.

### 2.2.1 Perancangan

Metode perancangan yang diterapkan mengacu pada metode tahapan perancangan menurut VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) 2222 yaitu pendekatan dan metode individu untuk desain konseptual yang ditujukan untuk pengembangan produk. Oleh karena itu cocok untuk pengembangan produk baru. Karena tujuannya adalah untuk penerapan umum, proses desain hanya terstruktur secara kasar sehingga memungkinkan variasi spesifik produk dan spesifik perusahaan. Oleh karena itu, pedoman ini harus dianggap sebagai pedoman yang dapat menetapkan prosedur kerja rinci. Penekanan khusus diberikan pada sifat pendekatan yang berulang dan urutan langkah-langkahnya tidak boleh dianggap kaku. Beberapa langkah mungkin dihilangkan dan langkah lainnya sering diulang. Fleksibilitas tersebut sesuai dengan pengalaman desain praktis dan sangat penting untuk penerapan semua metode desain (Pahl dkk, 2007).

Uraian tersebut pada dasarnya didasarkan pada dasar-dasar sistem teknis, dasar-dasar pendekatan sistematis, dan proses pemecahan masalah secara umum. Tujuannya adalah untuk menyesuaikan pernyataan umum dengan persyaratan

proses desain teknik mesin dan untuk menggabungkan langkah-langkah kerja dan pengambilan keputusan khusus untuk domain ini. Pada prinsipnya, proses perancangan dan desain dimulai dari perencanaan dan klarifikasi tugas, melalui identifikasi fungsi-fungsi yang diperlukan, penjabaran solusi prinsip, konstruksi struktur modular, hingga dokumentasi akhir dari produk yang lengkap. Selain perencanaan tugas-tugas khusus yang dijelaskan dalam pedoman yang disebutkan di atas, proses perencanaan dan perancangan dibagi kedalam tahapan utama berikut ini (Pahl dkk, 2007):

1. Perencanaan dan klarifikasi tugas (merencana)

Merencanakan dan mengklarifikasi tugas terdiri :

- a. Menganalisis pasar dan situasi perusahaan
- b. Temukan dan pilih ide produk
- c. Merumuskan proposal produk
- d. Memperjelas tugas
- e. Menguraikan daftar kebutuhan/tuntutan

2. Desain konseptual (mengkonsep)

Mengembangkan solusi dasar :

- a. Mengidentifikasi masalah-masalah penting
- b. Menentukan struktur fungsi
- c. Mencari prinsip kerja dan struktur kerja
- d. Gabungkan dan satukan ke dalam variasi konsep
- e. Evaluasi berdasarkan kriteria teknis dan ekonomi

3. Desain perwujudan (merancang)

Mengembangkan struktur konstruksi :

- a. Desain formulir awal, pemilihan material, dan perhitungan
- b. Pilih layout terbaik
- c. Sempurnakan dan tingkatkan layout
- d. Evaluasi terhadap kriteria teknis dan ekonomi

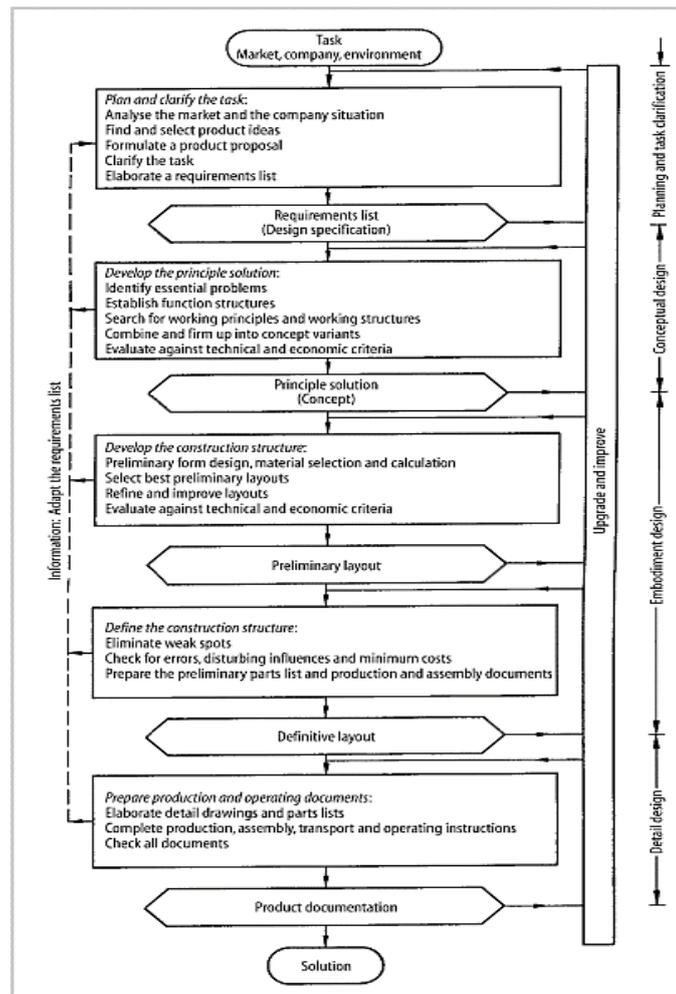
4. Desain detail (penyelesaian)

Menyiapkan dokumen produksi dan pengoperasian :

- a. Menguraikan gambar detail dan part list

- b. Lengkapi instruksi produksi, perakitan, pengangkutan, dan pengoperasian
- c. Periksa semua dokumen

Berikut ini gambar dari langkah-langkah proses perancangan desainm ditunjukkan pada Gambar2.3.



Gambar 2. 5 Metode VDI 2222 (Pahl dkk, 2007)

### 2.2.2 Aplikasi *solidworks*

*Solidworks* yang dikembangkan oleh *Solidworks Corporation*, Amerika Serikat (Tickoo, 2016) adalah aplikasi berbasis fitur, desain mekanis pemodelan padat parametrik dan perangkat lunak otomatis. *Solidworks* adalah paket CAD pertama yang menggunakan antarmuka pengguna grafis *Microsoft Windows*. Penggunaan fungsionalitas *drag and drop* (DD) *Windows* menjadikan paket CAD

ini luar biasa mudah untuk dipelajari. Antar muka pengguna grafis *Windows* memungkinkan mekanis insinyur desain untuk berinovasi idenya dan mengimplementasikannya dalam bentuk virtual prototipe atau model padat, rakitan besar, subperakitan, serta perincian dan penyusunan.

*Solidworks* merupakan salah satu produk dari *Solidworks Corporation* yang merupakan bagian dari *Dassault Systemes*. *Solidworks* juga berfungsi sebagai perangkat lunak untuk sejumlah perusahaan perangkat lunak. Ini berarti anda juga dapat menggunakan perangkat lunak lain yang kompatibel di dalam jendela *Solidworks*. Ada sejumlah perangkat lunak yang disediakan oleh *Solidworks Corporation*, yang dapat digunakan sebagai *add-in* dengan *Solidworks* (Tickoo, 2016). Beberapa perangkat lunak yang dapat digunakan pada *platform* kerja *Solidworks* tercantum di bawah ini:

1. *SOLIDWORKS Motion SOLIDWORKS Routing ScanTo3D eDrawings*
2. *SOLIDWORKS Simulation SOLIDWORKS Toolbox PhotoView 360 CircuitWorks*
3. *SOLIDWORKS Plastics SOLIDWORKS Inspection TolAnalyst*

a. Fungsi *Solidworks*

Menurut Tickoo (2016), *Solidworks* merupakan software yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, casing *handphone*, mesin mobil, dsb. *Software* ini merupakan salah satu opsi diantara design *software* lainnya sebut saja *catia*, *inventor*, *AutoCAD*, namun bagi yang berkecimpung dalam dunia teknik khususnya teknik mesin dan teknik industri, file ini wajib dipelajari karena sangat sesuai dan prosesnya lebih cepat daripada harus menggunakan *AutoCAD*. File dari *Solidworks* ini bisa di ekspor ke software analisis semisal *Ansys*, *Flovent*, dll. Desain kita juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya.

*Solidworks* dalam penggambaran/pembuatan model 3D menyediakan *feature-based, parametric solid modeling*. *Feature-based* dan *parametric* ini yang akan sangat mempermudah bagi penggunaanya dalam membuat model 3D.

Karena hal ini akan membuat kita bisa membuat model sesuai dengan institusi kita (Tickoo, 2016).

#### b. Tampilan *Solidworks*

Tampilan software *Solidworks* tidak jauh berbeda dengan software-software lain yang berjalan di atas *Windows*, jadi tidak ada yang akan merasa aneh dengan tampilan dari *Solidworks*.



**Gambar 2. 6** Tampilan awal *Solidwork* (Tickoo, 2016)

Menurut Tickoo (2016), Solidworks menyediakan 3 templates utama yaitu:

#### 1. *Part*

*Part* adalah sebuah *object 3D* yang terbentuk dari *feature-feature*. Sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan juga bisa digambarkan dalam bentuk 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan dan operasi-operasi yang membentuk part. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat. *Extension file* untuk *part Solidworks* adalah SLDPRT.

#### 2. *Assembly*

*Assembly* adalah sebuah document dimana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) dipasangkan/disatukan bersama. *Extension file* untuk *Solidworks Assembly* adalah SLDASM.

#### 3. *Drawing*

*Drawing* adalah *templates* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/2D *engineering drawing* dari *single component (part)* maupun *assembly* yang sudah kita buat. *Extension file* untuk *Solidworks Drawing* adalah SLDDRW.

### **2.2.3 Burner**

Menurut Baukal (2003) *burner* adalah perangkat yang digunakan untuk membakar bahan bakar dengan pengoksidasi untuk mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi panas. Sistem pembakaran tertentu mungkin memiliki pembakar tunggal atau banyak pembakar, tergantung pada ukuran dan jenis aplikasi. misalnya, dalam tanur putar, satu pembakar terletak di tengah dinding di salah satu ujung tungku berbentuk silinder. Ada banyak cara untuk mengklasifikasikan *burner*, Salah satu jenis klasifikasi adalah berdasarkan Jenis Bahan Bakar. Pembakar juga dapat diklasifikasikan menurut jenis bahan bakar, Pembakar bahan bakar cair digunakan dalam beberapa aplikasi terbatas, minyak adalah bahan bakar cair yang paling umum digunakan. Bahan bakar cair limbah juga digunakan dalam proses insinerasi. Salah satu tantangan khusus menggunakan minyak adalah menguapkan cairan menjadi tetesan yang cukup kecil untuk terbakar sepenuhnya.

### **2.2.4 Blower**

Blower menurut Church, dkk. (1986) adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu, juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Biasanya blower digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu didalam suatu ruangan. Selain itu blower merupakan mesin yang memampatkan udara atau gas oleh gaya sentrifugal ketekanan akhir yang melebihi dari 40 psig. Blower tidak didinginkan dengan air karena karena penambahan biaya yang dibutuhkan untuk sistem pendinginan tidak menguntungkan atau efisiensi bila ditinjau dari keuntungan yang diperoleh begitu kecil dari kinerja blower ini.

### **2.2.5 Limbah medis**

Sampah dan limbah rumah sakit adalah semua sampah dan limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dan kegiatan penunjangnya lainnya. Secara umum sampah dan limbah klinis dan nonklinis baik padat maupun cair. Selain sampah klinis, dari kegiatan penunjang rumah sakit juga menghasilkan sampah non klinis atau dapat disebut juga sampah non medis. Sampah non medis ini bisa berasal dari kantor/administrasi kertas, unit pelayanan berupa karton, kaleng,

botol, sampah dari ruang pasien, sisa makanan buangan; sampah dapur sisa pembungkus, sisa makanan/bahan makanan, sayur (Asmadi, 2013).

### 2.2.6 Perhitungan mekanika

Proses ini menghitung mekanika kekuatan pada *incinerator* dimana yang dihitung adalah rangka pada *incinerator*. Parameter-parameter yang dibutuhkan dalam proses perhitungan pembuatan rangka antara lain sebagai berikut (Irawan, 2007):

- a. Menghitung gaya yang bekerja.

$$F = m \times g \quad (2.1)$$

Keterangan :

F = Gaya (N)

m = massa (kg)

g = gravitasi (10 m/s<sup>2</sup>)

- b. Menghitung momen yang bekerja.

$$\Sigma M = 0 \quad (2.2)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad (2.3)$$

Dimana:

( $\Sigma M = 0$ ) = Menghitung momen yang bekerja

( $\Sigma F_y = 0$ ) = Jumlah gaya arah y

- c. Menghitung tegangan lentur.

$$\sigma_{\text{beban}} = \frac{M_{\text{maks}}}{I} C \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\sigma_{\text{beban}}$  = Tegangan lentur beban (N/mm<sup>2</sup>)

$M_{\text{maks}}$  = Momen lentur maksimal (N.mm)

I = Momen inersia (mm<sup>4</sup>)

C = Jarak sumbu netral (mm)

- d. Menghitung momen inersia.

$$I = \frac{B.H^3 \times b.h^3}{12} \quad (2.5)$$

Dimana:

I = momen inersia [mm<sup>4</sup>]

$B$  = lebar penampang [mm]

$H$  = tinggi penampang [mm]

- e. Menghitung tegangan lentur yang diijinkan.

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma}{sf} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$\sigma_{ijin}$  = Tegangan lentur yang diijinkan (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Tegangan luluh (N/mm<sup>2</sup>)

$sf$  = Faktor keamanan beban yang diijinkan