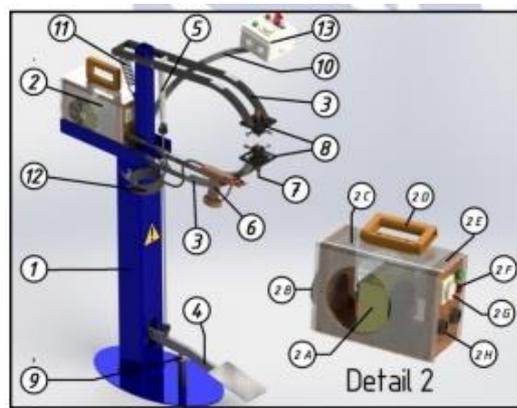


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Hidayat & Sakti (2022) telah merancang dan membuat mesin *spot welding* semi *portable*, seperti pada gambar 2.1. Perancangan mesin *spot welding* ini menggunakan Trafo MOT (*Microwave Oven Transformer*) dengan daya 1.215,35 Watt. Kabel las yang menggunakan kabel tipe NYAF (serabut) dengan Ø16mm. Sistem penggerak *arm* (JIG) menggunakan mekanisme silinder tekan yang digerakkan oleh pedal. Di dalam silinder tekan terdapat per dengan spesifikasi Ø16mm, panjang 15mm dengan diameter kawat 1,5mm yang digunakan untuk menghasilkan tekanan las. Kombinasi antara mekanisme pedal dan per diperoleh tekanan sebesar 0,35 bar.

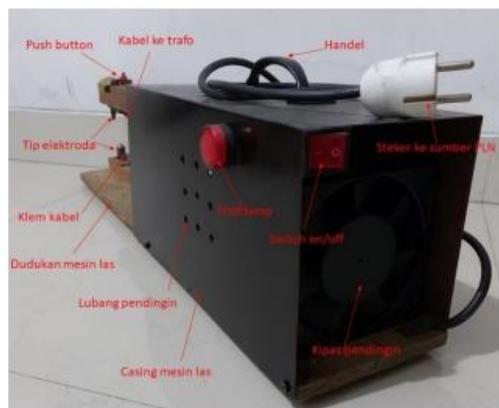


Gambar 2. 1 Desain mesin *spot welding* semi *portable* (Hidayat & Sakti, 2022)

Susetyo dkk., (2023) telah merancang dan membuat mesin *spot welding* *portable* dengan *transformator*. *Spot welding* sangat dibutuhkan bagi industri rumah tangga, akan tetapi harga las yang mahal dan daya las yang besar mengakibatkan *spot welding* kurang efisien untuk industri kecil. Oleh sebab itu, *spot welding* dengan daya kecil dan rancang bangun yang mudah dibawa sangatlah dibutuhkan. Proses perancangan *spot welding* dilakukan dengan tahapan yaitu perencanaan, penjelasan fungsi komponen, dan pengujian daya listrik yang digunakan. Transformator yang digunakan adalah *Microwave Oven Transformer*

(MOT) yang dirubah kumparannya dengan daya 1215 Watt, dilengkapi dengan modul *dimmer* sebagai kendalinya.

Mesin *spot welding portable* dibuat dengan ukuran 650 mm × 175 mm × 140 mm. Selain itu alat *spot welding* mampu digunakan untuk mengelas pada plat dengan ketebalan kurang dari 1 mm. Faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan yaitu besarnya arus, ketebalan media dan durasi saat pengelasan. Semakin besar nilai arus maka semakin besar efek dari pengelasan. Rancangan mesin *spot welding portable* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Desain mesin *spot welding portable* (Susetyo dkk., 2023)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Plat *mild steel*

Plat *mild steel* merupakan jenis baja karbon yang mempunyai kandungan unsur karbon kurang dari 0,3%. Pada aplikasinya plat *mild steel* sering digunakan untuk konstruksi dan komponen-komponen mesin antara lain pembuatan bodi kendaraan, pagar rumah dan lainnya. Selain karena kekerasannya yang relatif rendah, lunak dan keuletannya tinggi, plat jenis ini juga mudah untuk dilakukan pengelasan (Fauzi & Ibrohim, 2022).

2.2.2 Pengertian *spot welding*

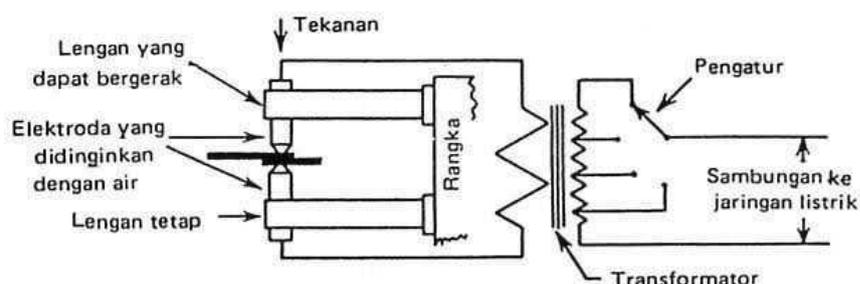
Spot welding merupakan cara pengelasan resistensi listrik yang menggunakan lembaran plat yang disatukan kemudian disambung dengan *local fusion* pada satu atau lebih lokasi arus yang dialirkan bertegangan rendah diantara

elektroda, sehingga logam yang bersinggungan menjadi panas karena adanya aliran arus listrik dan suhu pada logam akan naik mencapai suhu pada proses pengelasan, melalui proses kerja yang ditekan bersama oleh dua buah elektroda *up and down electrodes* (Wahyudi dkk., 2022)

2.2.3 Cara kerja *spot welding*

Cara kerja *spot welding* ialah *transformator* yang terdapat dalam mesin las merubah tegangan arus bolak-balik dari 220V menjadi 2V sampai 12V dan arusnya menjadi cukup besar sehingga dapat menimbulkan panas yang diperlukan. Kemudian plat yang dilas, dijepit pada tempat sambungan dengan sepasang elektroda dari paduan tembaga dan kemudian dialiri arus listrik yang cukup besar dalam waktu yang singkat. Karena aliran listrik antara kedua elektroda tersebut harus melalui logam yang dijepit, maka pada tempat jepitan timbul panas karena tahanan listrik yang menyebabkan logam di tempat tersebut mencair dan tersambung (Wiryosumarto & Okumura, 2000).

Siklus pengelasan titik dimulai ketika elektroda menekan plat dimana arus belum dialirkan. Waktu proses ini disebut waktu tekan (*squeeze time*). Setelah itu arus dialirkan ke elektroda sehingga timbul panas pada plat di posisi elektroda sehingga terbentuk sambungan las. Waktu proses ini disebut waktu pengelasan (*heat or weld time*). Setelah itu arus dihentikan namun tekanan tetap ada pada proses ini disebut waktu tenggang (*hold time*). Kemudian logam dibiarkan mendingin sampai sambungan menjadi kuat dan tekanan dihilangkan dan plat siap dipindahkan untuk selanjutnya proses pengelasan dimulai lagi untuk titik baru. Cara kerja mesin *spot welding portable* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Cara kerja mesin *spot welding* (Wiryosumarto & Okumura, 2000)

2.2.4 Mesin *spot welding portable*

Mesin *spot welding portable* adalah mesin las titik berskala kecil dan berdaya rendah yang banyak digunakan untuk penyambungan plat tipis. Ketebalan plat lembaran yang akan disambung kira-kira dibawah 1mm. Selain itu dengan sifatnya yang *portable*, mesin *spot welding* ini mudah untuk dibawa dan mudah dalam pengoperasian dan perawatannya. Mesin *spot welding portable* biasa digunakan untuk mengelas benda kerja yang sulit untuk dipindahkan.

2.2.5 Teori perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun nonfisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada (Nur & Suyuti, 2017). Dalam membuat rancangan, perancang mempunyai kriteria masing-masing namun dari banyaknya kriteria semua tertuju pada kriteria sebagai berikut:

1. *Function* (fungsi/pemakaian)
2. *Safety* (keamanan)
3. *Reliability* (dapat dihandalkan)
4. *Cost* (biaya)
5. *Manufacturability* (dapat diproduksi)
6. *Marketbility* (dapat dipasarkan)

Dalam melakukan perancangan terdapat beberapa prosedur untuk menyelesaikan masalah adalah sebagai berikut (Nur & Suyuti, 2017):

- a. Mengenali kebutuhan/tujuan. Pertama adalah membuat pernyataan yang lengkap dari masalah perancangan, menunjukkan kebutuhan/tujuan, maksud atau usulan dari mesin yang yang dirancang.
- b. Mekanisme. Pilih mekanisme atau kelompok mekanisme yang mungkin.
- c. Pemilihan material. Pilih material yang paling sesuai untuk setiap bagian dari mesin.

- d. Rancang elemen-elemen (ukuran dan tegangan). Tentukan bentuk dan ukuran bagian mesin dengan mempertimbangkan gaya aksi pada elemen mesin dan tegangan yang diijinkan untuk material yang digunakan.
- e. Modifikasi. Mengubah/modifikasi ukuran berdasarkan pengalaman produksi yang lalu. Pertimbangan ini biasanya untuk menghemat biaya produksi.
- f. Gambar detail. Menggambar secara detail setiap komponen dan perakitan mesin dengan spesifikasi lengkap untuk proses produksi.
- g. Produksi. Komponen bagian mesin seperti tercantum dalam gambar detail diproduksi di *workshop*.

2.2.6 Metode perancangan menurut VDI 2222

Metode perancangan yang diterapkan mengacu pada metode tahapan perancangan menurut *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* (VDI 2222). *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* (VDI 2222) merupakan metode perancangan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang makin berkembang akibat kegiatan riset (Pujono, 2019). Tahapan perancangan menurut VDI 2222 ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Perancangan menurut VDI 2222 (Pujono, 2019)

Selain perencanaan tugas-tugas khusus yang dijelaskan dalam pedoman yang disebutkan di atas, itu sangat berguna dan ada baiknya untuk membagi proses perencanaan dan desain ke dalam fase-fase berikut. Uraian tahapan perancangan menurut VDI 2222 adalah sebagai berikut(Pujono, 2019).

1. Merencana

Yaitu merencanakan desain yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahapan ini sama dengan tahap input desain dan rencana desain.

2. Mengkonsep

Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan.

3. Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

4. Penyelesaian

Melakukan *finishing* terhadap rancangan desain dengan melakukan *verifikasi* terhadap konsumen dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi.

2.2.7 Gambar teknik

Menggambar teknik adalah suatu pekerjaan membuat gambar-gambar teknik yang menunjukkan bentuk dan ukuran dari suatu benda atau konstruksi dengan ketentuan dan aturan sesuai standar yang di sepakati bersama yang dinyatakan di atas kertas gambar (Abryandoko, 2020). Gambar merupakan alat penghubung atau alat komunikasi antara perancang dan pembuat produk. Gambar rancangan produk dapat berupa informasi digital yang disimpan dalam memori komputer. Gambar digital tersebut dapat dikeluarkan dalam bentuk gambar pada kertas *hardcopy* menjadi gambar tradisional atau ditampilkan pada layar monitor sebuah komputer. Gambar digital tersebut dapat pula dibaca oleh sebuah *software* dan hasil bacaannya diteruskan ke alat pembuat produk. Oleh karena itu gambar sering juga disebut sebagai “bahasa teknik”.

1. Fungsi gambar

Fungsi gambar dibagi dalam tiga golongan berikut:

a. Penyampaian Informasi

Gambar mempunyai tugas meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, perencanaan proses, pembuatan, pemeriksaan, perakitan.

b. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar merupakan data teknis, dimana teknologi dari suatu perusahaan dipadatkan dan dikumpulkan. Oleh karena itu gambar bukan saja diawetkan untuk mensuplai bagian-bagian produk untuk perbaikan atau untuk diperbaiki, tetapi gambar-gambar diperlukan juga untuk disimpan dan dipergunakan sebagai bahan informasi untuk rencana-rencana baru dikemudian hari.

c. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses pemikiran dari perencanaan dan gambar. Masalahnya pertama-tama dianalisa dan disintesa dengan gambar. Kemudian gambarnya diteliti dan dievaluasi.

2. Proyeksi

Proyeksi merupakan implementasi gambar rancangan dari sebuah obyek nyata, proyeksi ini dibuat dengan garis pada bidang datar. Secara fungsi proyeksi ini digunakan untuk menampilkan sebuah obyek gambar nyata ke dalam bentuk gambar yang di sesuaikan dengan tujuan gambar tersebut (Abryandoko, 2020). Jenis-jenis proyeksi sebagai berikut:

a. Proyeksi *Piktorial*

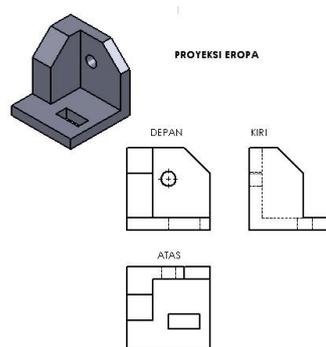
Merupakan gambar yang semula dua dimensi dibuat dalam bentuk tampilan gambar dibuat secara tiga dimensi. Jenis proyeksi ini bisa dilakukan dengan berbagai macam cara di antaranya proyeksi *piktorial isometris*, proyeksi *piktorial dimetris*, *proyeksi piktorial miring* gambar *perspektif* atau pandangan.

b. Proyeksi *Orthogonal*

Proyeksi *Orthogonal* merupakan jenis proyeksi yang menampilkan gambar secara dua dimensi. Fungsi dari proyeksi ini adalah menjelaskan gambar detail dari masing-masing sudut pandang. Proyeksi *orthogonal* dibagi menjadi dua jenis di antaranya proyeksi kuadran I (proyeksi Eropa) dan proyeksi kuadran III (proyeksi Amerika).

1) Proyeksi *standart* Eropa

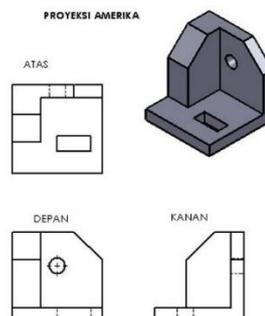
Proyeksi eropa (proyeksi kuadran I), peletakan *view* sisi kiri gambar sebagai *view* utama. Gambar proyeksi *standart* Amerika ditunjukkan pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2. 5 Proyeksi eropa

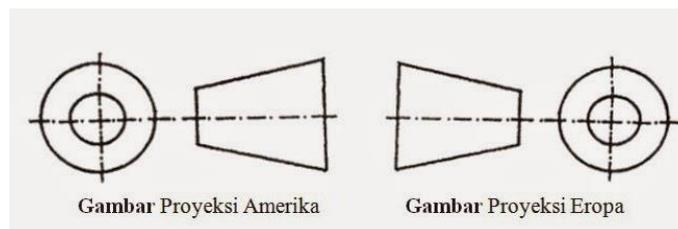
2) Proyeksi *standart* Amerika

Proyeksi amerika dikatakan juga proyeksi sudut ketiga dan juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran III. Proyeksi amerika merupakan proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya. Proyeksi amerika dapat dilihat seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Proyeksi amerika (Abryandoko, 2020)

Untuk membedakan proyeksi eropa dan proyeksi amerika, perlu diberi lambang proyeksi. Dalam standar ISO telah ditetapkan bahwa cara kedua proyeksi boleh dipergunakan. Dalam sebuah gambar tidak diperkenankan terdapat gambar dengan menggunakan kedua proyeksi secara bersamaan. Simbol proyeksi ditempatkan disisi kanan bawah kertas gambar. Simbol proyeksi dapat dilihat seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Simbol proyeksi eropa dan proyeksi amerika (Abryandoko, 2020)

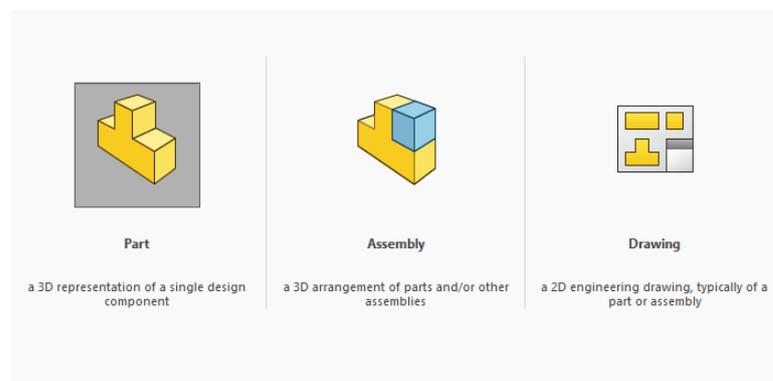
2.2.8 SolidWorks

SolidWorks adalah salah satu CAD (*Computer Aided Design*) *software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part* nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan.

Solidwork 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*, dll, 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 *solidwork* ini bisa di ekspor ke *software* analisis semisal *Ansys*, *FLOVENT*, dll. Desain 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 *user* dalam membuat model 3D. Karena hal ini akan membuat kita sebagai *user* bisa membuat model sesuai dengan intuisi kita (Pujono, 2019). Berikut ini tampilan (*template*) dari *solidworks* yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 *SolidWorks template*

Solidworks menyediakan 3 *templates* utama yaitu:

1. *Part*

Part merupakan sebuah *object* 3D yang terbentuk dari *feature-feature*. *Part* dapat menjadi komponen dalam suatu *assembly*, dan juga dapat digambarkan dalam bentuk 2D pada *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 merupakan sebuah dokumen dimana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*sub-assembly*) dipasangkan/disatukan bersama. *Extension file* untuk *Solidworks Assembly* adalah SLDASM.

3. *Drawing*

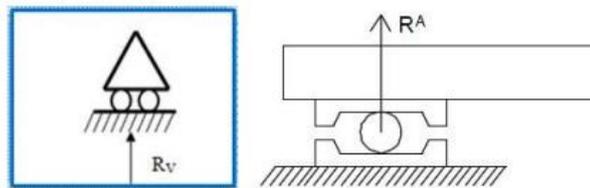
Drawing merupakan *templates* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/2D *engineering drawing* dari *single component (part)* maupun *Assembly* yang sebelumnya sudah dibuat. *Extension file* untuk *Solidworks Drawing* adalah SLDDRW.

2.2.9 Lengan penekan elektroda

Lengan penekan elektroda adalah struktur datar yang berbentuk batang yang dipasang elektroda pada ujungnya, sehingga membentuk suatu lengan penekan. Konstruksi lengan bertugas mendukung beban atau gaya yang bekerja pada sebuah sistem tersebut. Semua konstruksi harus bertumpu pada perletakan atau tumpuan yang berfungsi untuk menahan semua beban luar yang bekerja. Perletakan atau tumpuan bekerja reaksi tumpuan yang merupakan gaya untuk melawan beban luar. Berikut ini merupakan jenis perletakan

1. Tumpuan rol

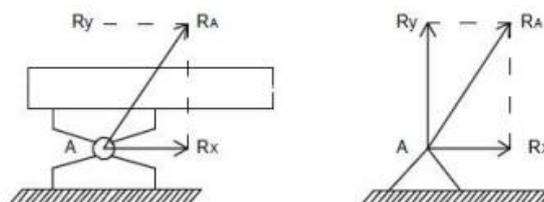
Tumpuan rol adalah tumpuan yang dapat menahan gaya tekan yang arahnya tegak lurus bidang tumpuannya. Tumpuan rol tidak dapat menahan gaya yang arahnya sejajar dengan bidang tumpuan dan momen. Tumpuan rol ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Tumpuan rol (Murfihenni, 2014)

2. Tumpuan sendi

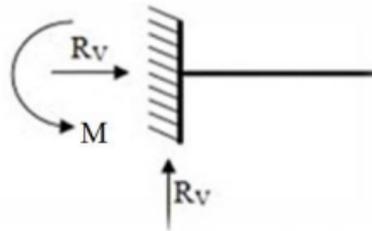
Tumpuan sendi adalah yaitu tumpuan yang dapat menahan gaya yang searah dan gaya yang tegak lurus dengan bidang perletakan atau tumpuan, tetapi tidak dapat menahan momen. Engsel merupakan tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertikal dan gaya reaksi horisontal. Tumpuan yang berpasak mampu melawan gaya yang bekerja dalam setiap arah dari bidang. Tumpuan sendi ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Tumpuan sendi (Murfihenni, 2014)

3. Tumpuan jepit

Tumpuan jepit adalah tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertikal, gaya reaksi horizontal dan momen akibat jepitan dua penampang. Tumpuan jepit ini mampu melawan gaya dalam setiap arah dan juga mampu melawan momen. Tumpuan jepit ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Tumpuan jepit (Murfihenni, 2014)

2.2.10 Rangka

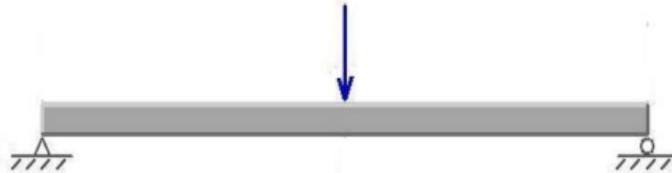
Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung-sambung satu dengan yang lain pada ujungnya, sehingga membentuk suatu rangka kokoh (Pratama, 2021). Perancangan suatu mesin tidaklah terlepas dari perancangan dasar penyangga sistem mesin itu sendiri. Perancangan rangka merupakan salah satu hal yang penting dalam proses perancangan secara keseluruhan, karena rangka merupakan landasan utama dalam menaruh seluruh komponen mesin.

Hal yang pertama dalam melakukan perancangan rangka adalah menentukan desain konstruksi dari rangka tersebut. Kemudian setelah dilakukan desain konstruksi dari rangka tersebut barulah dilakukan pemilihan material yang akan digunakan. Salah satu material rangka yang dapat digunakan adalah besi siku. Untuk memastikan bahwa rangka yang dirancang aman dan layak digunakan, maka diperlukan suatu perhitungan untuk mempertimbangan kekuatan dan keamanan dari rangka tersebut.

Sedangkan pembebanan adalah suatu berat yang membebani rangka yang diidealisasikan sebagai garis sejajar dengan sumbunya. Berikut ini merupakan jenis beban pada rangka (Murfihenni, 2014).

1. Beban terpusat

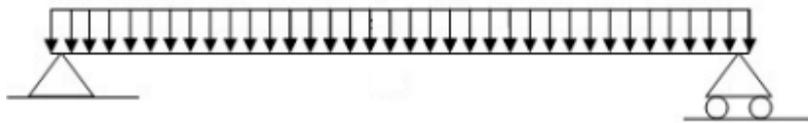
Beban terpusat adalah beban yang titik singgungnya sangat kecil yang dalam batas tertentu luas bidang singgung tersebut dapat diabaikan. Beban terpusat dinotasikan dengan P . Satuan beban terpusat adalah kg, ton, KN, N. Beban terpusat ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Beban terpusat (Murfihenni, 2014)

2. Beban merata

Beban merata adalah beban yang bekerja menyentuh bidang konstruksi yang cukup luas yang tidak diabaikan. Beban ini dinyatakan *newton* per meter dengan simbol q . Beban merata ditunjukkan pada Gambar 2.13.



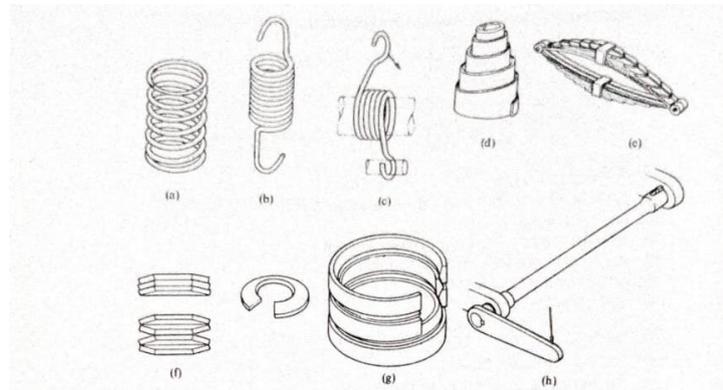
Gambar 2. 13 Beban merata (Murfihenni, 2014)

2.2.11 Pegas

Pegas adalah elemen mesin *flexibel* yang digunakan untuk menyimpan atau melepaskan energi. Energi disimpan pada benda padat dalam bentuk *twist*, *stretch*, atau kompresi. Energi di-*recover* dari sifat elastis material yang telah terdistorsi. Pegas haruslah memiliki kemampuan untuk mengalami defleksi elastis yang besar. Pegas umumnya beroperasi dengan '*high working stresses*' dan beban yang bervariasi secara terus menerus (Fazrin, 2016).

Baja yang paling umum di pakai untuk pegas yang di bentuk panas adalah baja pegas (SUP). Karena pembentukannya di lakukan pada temperatur tinggi, maka perlu di lakukan perlakuan panas setelah di bentuk. Baja tahan karat (SUS), di pakai untuk keadaan lingkungan yang korosif, terdapat dalam ukuran yang kecil

dan harganya sangat mahal (Sularso & Suga, 2004). Menurut jenisnya pegas ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Jenis pegas (Sularso & Suga, 2004)

2.2.12 Perpindahan kalor

Panas yang dihasilkan pada pengelasan titik pada dasarnya tergantung pada besarnya arus listrik dan waktu yang digunakan serta sifat tahanan listrik dari material diantara elektroda. Menurut hukum Joule's, yang dinyatakan dengan persamaan Q (kalor) yang dihasilkan, I adalah kuat arus dan t adalah waktu saat arus listrik mengalir (Agustriyana dkk., 2011).

Kalor adalah bentuk energi yang dirasakan manusia. Energi mewujudkan keadaan dimana jumlah energi yang dipindahkan dari manusia dan sekitarnya mencapai keseimbangan termal. Perpindahan panas merupakan sifat dasar alam sekitar, yaitu Hukum Termodinamika yang berbunyi bahwa kalor berpindah dari tekanan tinggi menuju ke tekanan yang lebih rendah.

Salah satu mekanisme perpindahan kalor adalah konduksi atau hantaran. Konduksi ialah perpindahan panas yang dihasilkan dari kontak langsung antara permukaan-permukaan benda. Setiap benda mempunyai konduktivitas termal (kemampuan mengalirkan panas) tertentu yang akan mempengaruhi panas yang dihantarkan dari sisi yang panas ke sisi yang lebih dingin (Holman, 1986).