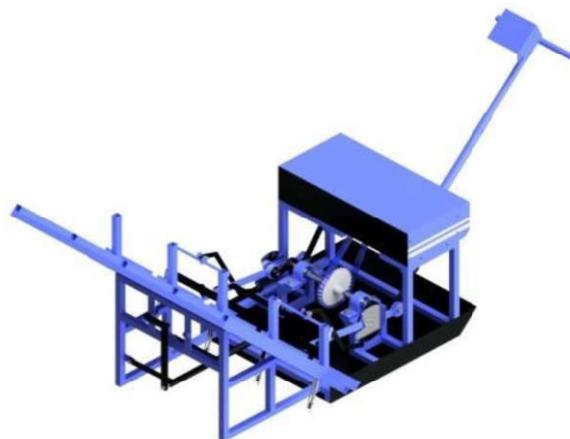


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Safii (2019) membuat rangka mesin tanam padi elektrik dimana terdiri dari tiga bagian yaitu rangka bagian dudukan motor, rangka dudukan poros lengan penanam, dan rangka dudukan meja penampung bibit padi. Rangka mesin tanam padi elektrik memiliki dimensi 880×500×429 mm. Pengadaan bahan yang digunakan untuk pembuatan rangka mesin tanam padi elektrik mayoritas terbuat dari baja profil *hollow* dengan spesifikasi 20×20×1,4 mm. Rangka dudukan motor terbuat dari baja profil L 20×20×3 mm, rangka dudukan poros lengan penanam dengan spesifikasi baja profil L 40×40×3 mm, rangka dudukan meja penampung bibit padi terbuat dari baja profil *hollow* dengan spesifikasi 20×20×1,4 mm. Waktu yang diperlukan untuk membuat rangka mesin tanam padi elektrik adalah 20 jam. Hasil uji kinerja rangka mesin tanam padi elektrik yaitu: rangka pada dudukan motor dapat menahan beban motor dan aki/*accu*, rangka dudukan poros lengan penanam dapat menerima beban dari gerakan putar poros, rangka pada dudukan meja penampung bibit padi mengalami perubahan/kelengkungan jika diberi beban bibit padi.



Gambar 2. 1 Mesin Tanam Padi Elektrik (Septiawan, 2020)

Septiawan (2020) merancang mesin tanam padi elektrik tipe mesin semi otomatis, dimana sistem penggerak (motor listrik) hanya menggerakkan komponen lengan penanam, pengoprasian mesin ini dapat dilakukan dengan cara dituntun (*walking type*). Jumlah alur tanam sebanyak 4 alur. Jarak antar alur tanam dibuat tetap yaitu 20 cm. Mesin tersebut memakai jenis bibit padi yang ditanam/ disemai di lahan (*washed root seedling*). Mesin tersebut memiliki kelebihan yaitu dapat dipergunakan tanpa harus mengubah cara persemaian bibit yang biasa dilakukan secara tradisional sebelumnya. Sumber tenaga yang digunakan untuk menggerakkan mesin adalah motor listrik DC 12V 100W dengan sumber daya *battery* 12V.

Edison (2022) merancang dan mendesain alat *rice transplanter portable* yang dapat digunakan dimanapun dan fleksibel dengan jarak tanam padi dapat diatur sesuai metode tanam SRI. Analisis desain alat tanam padi secara analitik dan *numeric*. Metode merancang alat *rice transplanter* ini berdasarkan hasil wawancara dan pengisian kuisioner yang dapat mendiskripsikan keinginan masyarakat terhadap alat *rice transplanter* dan perhitungan kedalaman penanam benih padi berdasarkan lokus penanam yang telah diperhitungkan. Hasil perancangan alat *rice transplanter* ini dengan pergerakan manual dan dimensi alat *rice transplanter* ini adalah 700 mm × 1222 mm × 930 mm dapat secara portabel bekerja pada area persawahan. Lengan penanam padi bersifat fleksibel sehingga jarak penanaman pada padi dapat diatur dengan rengang sekitar 25 cm × 25 cm, 30 cm × 30 cm, atau 35 cm × 35 cm.

Yudi, Gusrianto (2023) meneliti kekuatan rangka alat tanam padi semi mekanis melalui hasil simulasi menggunakan aplikasi *SolidWorks 2019* serta perhitungan manual. Metode analisis simulasi kekuatan rangka menggunakan *SolidWorks 2019* merupakan *software* canggih untuk memprediksi perilaku struktur. Parameter yang dihitung yaitu *Von misses*, *Displacement*, dan *safety factor*. Titik beban 25 kg pada dudukan batang baja profil pipa diameter 20 mm, tebal 2 mm dan panjang 250 dengan jenis material ASTM A36 Steel. Tegangan *Von misses maximum* dan *minimum* rangka dengan beban 25 kg sebesar 7,482e+01 Mpa dan 1,627e-02 Mpa, Kemudian *Displacement* sebesar 1,276e-01 mm dan 1,00e-30 mm serta *factor of safety* sebesar 1,536e+04 dan 3,341e+00.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Padi

A. Pengertian padi

Padi adalah tanaman yang paling penting di negeri kita Indonesia ini. Betapa tidak karena makanan pokok di Indonesia adalah nasi dari beras yang tentunya dihasilkan oleh tanaman padi. Selain di Indonesia padi juga menjadi makanan pokok negara-negara di Benua Asia lainnya seperti China, India, Thailand, Vietnam dan lain-lain. Padi merupakan tanaman berupa rumput berumpun. Tanaman pertanian ini berasal dari dua benua yaitu Asia dan Afrika Barat tropis dan subtropis. Bukti sejarah memperlihatkan bahwa penanaman padi di Zhejiang (Cina) sudah dimulai pada 3.000 tahun SM. Fosil butir padi dan gabah ditemukan di Hastinapur Uttar Pradesh India sekitar 100-800 SM. Selain Cina dan India, beberapa wilayah asal padi adalah Bangladesh Utara, Burma, Thailand, Laos, Vietnam. Hama yang banyak menyerang tanaman ini adalah tikus, orongorong, kepinding tanah (lembing batu), walang sangit dan wereng coklat. Hamahama itulah yang sering menyebabkan padi gagal panen dan tentunya membuat petani merugi. (Siregar, M. & Sulardi. 2018)



Gambar 2. 2 Padi (Siregar, M. & Sulardi. 2018)

B. Jumlah bibit per lubang

Penanaman bibit yang sesuai dan berinteraksi positif terhadap pupuk yang diberikan akan meningkatkan jumlah anakan, karena tanaman dapat memanfaatkan

secara maksimal unsur hara, air, oksigen, CO₂ dan cahaya matahari. Pengaruh perlakuan per lubang satu sampai empat nilai tertinggi perlakuan pada dua bibit per lubang, pada panjang tanaman (116,97cm), jumlah daun (298,36 helai), nilai terendah pada perlakuan satu bibit (115,66), tiga bibit (114,17) dan empat bibit (113,33), sedangkan nilai terbanyak pada perlakuan dua bibit per lubang jumlah anakan total (35,82), jumlah anakan produktif (20,83) nilai terendah ada pada satu bibit (33,56), dua bibit (31,49) dan empat (28,99) dan berat 100 biji gabah (25,17), berat gabah kering giling per rumpun (192,83) nilai tertinggi pada per rumpun pada bibit dua per lubang, sedangkan berat gabah 100 biji gabah dan berat gabah kering giling per rumpun akibat perbedaan perlakuan per lubang nilai perlakuannya ada pada bibit satu (21,33), bibit tiga (23,50) dan bibit empat (18,50) (Ali, dkk, 2017).

C. Kedalaman tanam

Berdasarkan penelitian (Imansyah dan Rodhiya, 2020) kedalaman tanam yang berbeda pada padi Pandan Putri berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan panjang akar yang mana kedalaman tanam yang paling berpengaruh adalah perlakuan A (kedalaman 2cm) dan diteruskan oleh perlakuan B (kedalaman 4cm), sedangkan untuk perlakuan C (kedalaman 6cm), D (kedalaman 8cm), E (kedalaman 10cm), dan F (kedalaman 12cm) kurang tepat untuk pertumbuhan tinggi tanaman padi.

D. Jarak Penanaman

Menurut Misran (2014) jarak tanam berbasis 25 cm secara signifikan memberikan jumlah anakan produktif lebih banyak dibanding jarak tanam berbasis 21 cm. Demikian juga pada tanah yang kurang subur cukup digunakan jarak tanam (20 × 20) cm sedangkan pada tanah yang lebih subur perlu diberi jarak yang lebih lebar misalnya 22,5 cm atau pada tanah yang sangat subur jarak tanamnya bisa (25 × 25) cm. Pemilihan ukuran jarak tanam ini bertujuan agar mendapatkan hasil yang optimal (Misran, 2021).

2.2.2 Mesin penanam padi (Mesin *Transplanter* Padi)



Gambar 2. 3 Mesin *transplanter* padi (Jajuli, J. 2018)

Transplanter padi merupakan teknik penanaman menggunakan alat modern dengan harapan proses penanaman cepat dan efisien, sedangkan tanam atau penanaman dengan cara konvensional merupakan metode tanam bibit padi dari kebiasaan umumnya tanpa menggunakan alat. Mesin *transplanter* padi merupakan alat penanam bibit dengan jumlah, kedalaman, jarak dan kondisi penanaman seragam. Secara umum ada dua jenis mesin tanam bibit padi, dibedakan berdasarkan cara penyemaian dan persiapan bibit padinya.

Yang pertama, yaitu mesin yang memakai bibit yang ditanam/disemai di lahan (*washed root seedling*). Mesin ini memiliki kelebihan yaitu dipergunakan tanpa harus mengubah cara persemaian bibit yang biasa dilakukan secara tradisional sebelumnya. Namun demikian waktu yang dibutuhkan untuk mengambil bibit cukup lama, sehingga kapasitas kerja total mesin menjadi kecil.

Yang kedua adalah mesin tanam yang memakai bibit secara khusus disemai pada kotak khusus. Mesin jenis ini mensyaratkan perubahan total dalam pembuatan bibit. Keunggulan lain yang ditawarkan mesin *transplanter* ini diantaranya : (1) produktivitas tanam cukup tinggi yaitu 5 jam/ha, (2) jarak tanam dalam barisan dapat diatur dengan ukuran 12, 14, 16, 18, 21 cm, (3) penanaman yang presisi (akurat), (4) tingkat kedalaman tanam dapat diatur dari 0,7 – 3,7 cm (5 level kedalaman), (5) jumlah tanaman dalam satu lubang berkisar 2 – 4 tanaman per

lubang dan (6) jarak dan kedalaman seragam sehingga pertumbuhan dapat optimal dan seragam. Adapun kelemahan yang dimiliki oleh mesin ini diantaranya: (1) jarak antar barisan (*gawangan* 30 cm) tidak dapat diubah, (2) tidak dapat dioperasikan pada kedalaman sawah lebih dari 40 cm, (3) untuk membawa mesin ke sawah atau ke tempat lain diperlukan alat angkut, (4) perlu bibit dengan persyaratan khusus, dan (5) harga masih relatif mahal sehingga tidak terjangkau petani. (Jajuli, J. 2018)

Mekanisme kerja mesin transplanter yaitu sumber tenaga berasal dari motor bensin. Energi dari *engine* digunakan untuk menggerakkan poros melalui kopel, putaran poros dihubungkan dengan dua macam *gear*. *Gear* pertama digunakan untuk menjalankan papan benih yang bergerak kanan-kiri, sedangkan *gear* yang kedua digunakan untuk memutar jari-jari tanam dari *sprocket* yang dihubungkan dengan rantai. Jari-jari tanam akan menjepit bibit yang tersedia di papan benih. Papan benih bergerak secara lateral sesuai dengan perputaran jari-jari tanam. Gerakan papan benih diatur oleh mekanisme gigi *ratchet*. (Tsuga Kohnosuke, 1992)

2.2.3 Perancangan

Menurut Rusdi Nur dan Muhammad Arsyad Suyuti (2018:5) perancangan adalah suatu proses untuk membuat dan mendesain sistem yang baru. Menurut Wahyu Hidayat dkk (2016:49) perancangan adalah proses merencanakan segala sesuatu terlebih dahulu. Perancangan merupakan wujud visual yang dihasilkan dari bentuk-bentuk kreatif yang telah direncanakan. Langkah awal dalam perancangan desain bermula dari hal-hal yang tidak teratur berupa gagasan atau ide-ide kemudian melalui proses penggarapan dan pengelolaan akan menghasilkan hal-hal yang teratur, sehingga hal-hal yang sudah teratur bisa memenuhi fungsi dan kegunaan secara baik. Perancangan merupakan penggambaran, perencanaan, pembuatan sketsa dari beberapa elemen yang terpisah kedalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi.

2.2.4 Gambar teknik

A. Pengertian gambar teknik

Menurut Takeshi & Sugiarto, (2013:1). “Gambar merupakan media untuk menyatakan tujuan seseorang. Oleh karena itu gambar kerap juga disebut sebagai “Bahasa teknik” atau “Bahasa untuk sarana teknik” Gambar teknik adalah ungkapan suatu buah pikiran dalam bentuk gambar atau lukisan mengenai suatu skema, cara kerja, proses, konstruksi, petunjuk dan lain-lain”.

B. Fungsi gambar teknik

Menurut Takeshi dan Sugiarto dalam buku menggambar mesin (2013:2) tugas gambar digolongkan dalam tiga golongan, sebagai berikut:

1. Penyampaian informasi

Gambar bertujuan untuk meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada seseorang yang bersangkutan, baik kepada perencana proses, pembuatan, pemeriksaan, perakitan dsb. Orang-orang yang berkaitan tidak hanya orang dalam industri sendiri, tetapi juga orang-orang dalam industri sub kontrak ataupun orang-orang asing dengan Bahasa lain. Gambar perlu di tafsirkan sebagai penentuan secara objektif. Untuk itu standar standar, sebagai tata Bahasa teknik, digunakan untuk menyediakan ketentuan ketentuan yang cukup.

2. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar adalah data teknis yang amat baik, dimana teknologi dari suatu perusahaan dikumpulkan dan dipadatkan. Oleh karena itu gambar bukan hanya diawetkan untuk menyuplai bagian-bagian produk untuk perbaikan ataupun untuk diperbaiki, tetapi gambar-gambar tersebut diperlukan untuk disimpan dan diergunakan sebagai bahan informasi untuk rencana-rencana baru yang akan datang. Untuk itu diperlukan cara-cara penyimpanan, kodefikasi nomor urut gambar dan sebagainya.

3. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Dalam perencanaan, rancangan abstrak yang melintas dalam ke pikiran dituangkan dalam bentuk gambar pertama-tama masalah dianalisa dan disintesa dengan gambar, setelah itu gambar diteliti dan dievaluasi. Proses ini diulangulang, sehingga bisa mendapatkan gambar-gambar yang sempurna. Dengan demikian

gambar tidak hanya melukiskan gambar, tetapi juga berfungsi untuk peningkat daya berpikir untuk perencana. Oleh karena itu orang teknik tanpa kemampuan menggambar, kurang dalam penyampaian keinginan, maupun kekurangan cara menerangkan sesuatu yang sangat penting.

C. Gambar proyeksi

Menurut Juhana dan Suratman (2000), proyeksi merupakan cara penggambaran suatu benda, titik, garis, bidang, benda ataupun pandangan suatu benda terhadap suatu bidang gambar. Proyeksi piktorial/pandangan tunggal adalah cara penyajian suatu gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi. Sedangkan proyeksi ortogonal merupakan cara pemroyeksian yang bidang proyeksinya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyektornya. Gambar proyeksi dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Proyeksi piktorial

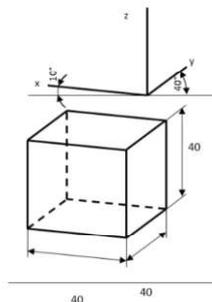
Untuk menampilkan gambar-gambar tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi. Beberapa macam cara proyeksi antara lain:

a. Proyeksi Isometrik

Untuk mendapatkan sedikit gambaran mengenai bentuk benda yang sebenarnya pada umumnya dibuat gambar isometri, dimetri dan trimetri, dari proyeksi aksonometrinya.

b. Proyeksi Dimetri

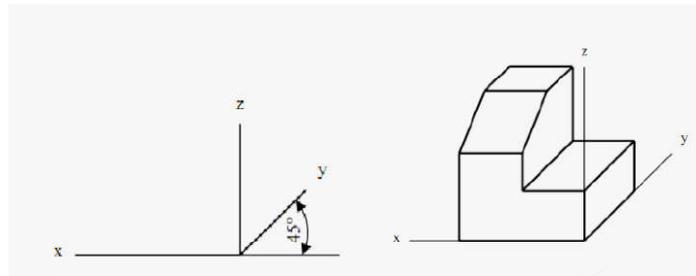
Proyeksi pada gambar dimana skala perpendekan dari dua sisi dan duasudut dengan garis horizontal sama, disebut proyeksi dimetri.



Gambar 2. 4 Proyeksi Dimetri (Juhana dan Suratman, 2000)

c. Proyeksi Miring

Pada proyeksi miring, sumbu x berhimpit dengan garis mendatar dan sumbu y mempunyai sudut 45° dengan garis mendatar. Skala pada proyeksi miring sama dengan skala pada proyeksi dimetri, yaitu skala pada sumbu x = 1 : 1, pada sumbu y = 1 : 2, dan pada sumbu z = 1 : 1



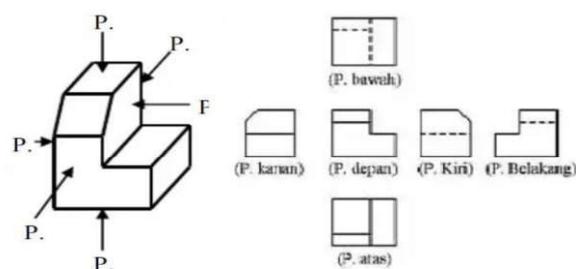
Gambar 2. 5 Proyeksi Miring (Juhana dan Suratman, 2000)

2. Proyeksi orthogonal

Menurut Juhana dan Suratman (2000) Proyeksi orthogonal adalah gambar proyeksi yang bidang proyeksinya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyektornya. Garis-garis yang memproyeksikan benda terhadap bidang proyeksi disebut proyektor. Selain proyektortegak lurus terhadap bidang proyeksinya juga proyektor-proyektortersebut sejajar satu sama lain. Proyeksi orthogonal terdiri dari proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika.

a. Proyeksi Eropa

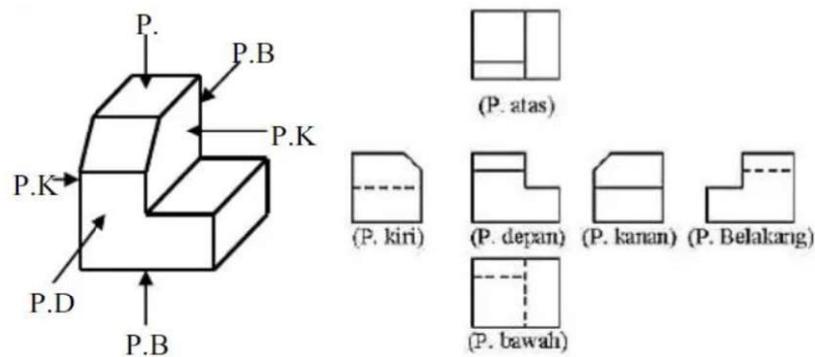
Proyeksi Eropa disebut juga proyeksi sudut pertama, juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran I. Dapat dikatakan bahwa Proyeksi Eropa ini merupakan proyeksi yang letak bidangnya terbalik dengan arah pandangannya.



Gambar 2. 6 Proyeksi Eropa (Juhana dan Suratman, 2000)

b. Proyeksi Amerika

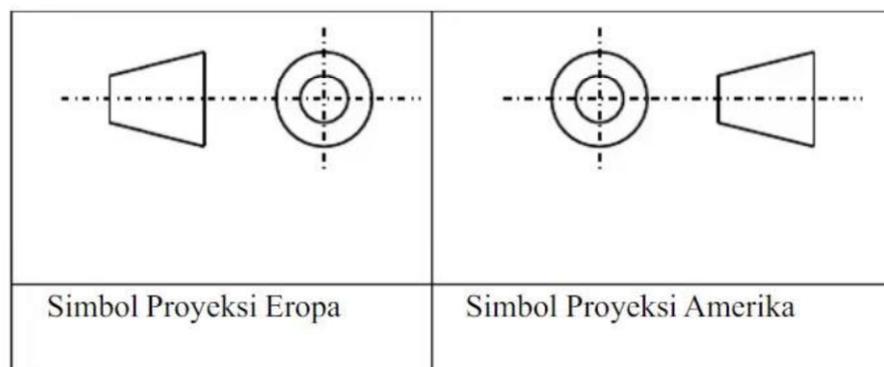
Proyeksi Amerika dikatakan juga proyeksi sudut ketiga dan juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran III. Proyeksi Amerika merupakan proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya.



Gambar 2. 7 Proyeksi Amerika (Juhana dan Suratman, 2000)

3. Simbol proyeksi

Untuk membedakan proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika, perlu diberi lambang proyeksi. Dalam standar ISO (ISO/DIS 128), telah ditetapkan bahwa cara kedua proyeksi boleh dipergunakan. Sedangkan untuk keseragaman ISO, gambar sebaiknya digambar menurut proyeksi Eropa. Simbol proyeksi ditempatkan disisi kanan bawah kertas gambar. Dibawah ini merupakan gambar perbedaan antar simbol proyeksi Eropa dengan proyeksi Amerika.

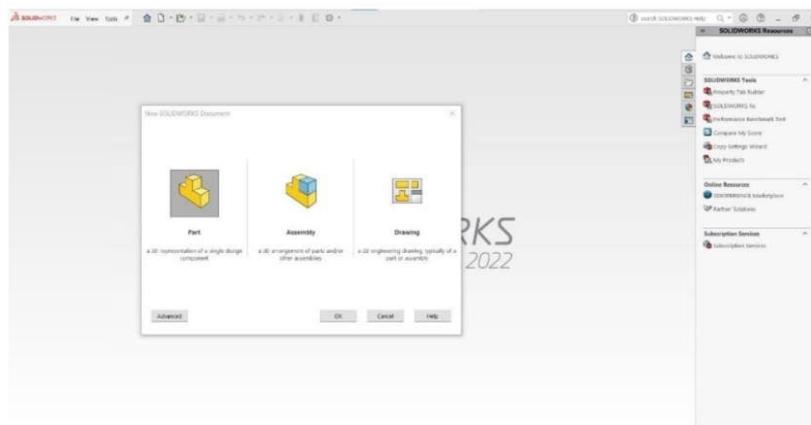


Gambar 2. 8 Simbol proyeksi (Sato dan Hartanto, 2008)

2.2.5 SolidWorks

SolidWorks adalah salah satu *software* yang digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part pemesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk mempresentasikan *part* sebelum *real part* dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses pemesinan. File dari *SolidWorks* 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*-nya dalam membuat model 3D.

SolidWorks menyediakan 3 *template* utama pada saat akan memulai mengoperasikannya, seperti pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Template utama menu *Solidworks* (Pujono, 2019)

Setiap *template* memiliki fungsi dan kegunaannya masing-masing serta dapat dibuat saling berkaitan. Fungsi dari setiap *template* sebagai berikut (Pujono, 2019):

A. *Part*

Part adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari beberapa *feature*. Sebuah part dapat menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan biasa juga digambarkan dalam bentuk 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan operasi-operasi yang membentuk *part*. *Base Feature* adalah fitur yang pertama kali dibuat. Ekstensi pada file *SolidWork Part* adalah *.SLDPRT*.

B. *Assembly*

Assembly adalah sebuah dokumen dimana *part*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) disatukan bersama. Ekstensi file untuk *SolidWork Assembly* adalah *.SLDASM*.

C. *Drawing*

Drawing adalah gambaran 2D dari sebuah 3D part maupun *assembly*, ekstensi file untuk *Solidwork Drawing* adalah *.SLDDRW*. Dalam menuangkan hasil dari rancangan produk sering memakai perangkat lunak CAD (*Computer Aided Design*). Keuntungan pemakaian CAD adalah :

- a) Memperpendek waktu perancangan, karena memperpendek waktu penyelesaian setiap kegiatan dalam proses perancangan.
- b) Meningkatkan kualitas produk melalui pembuatan banyak alternatif produk yang kini dapat dibuat dengan cepat dan mudah, melalui ketelitian dan ketepatan lebih tinggi, melalui analisis, dan optimasi yang lebih canggih, dan lain – lain.
- c) Meningkatkan komunikasi, baik melalui satu *database* yang cepat diakses oleh para anggota tim perancang yang terlibat dalam proses perancangan, maupun melalui dokumentasi dengan kualitas yang lebih baik.
- d) Mengurangi biaya perancangan dan biaya produksi secara total.

Kerugian yang dapat diderita dengan pemakaian CAD adalah :

- a) Harga komputer yang tidak murah
- b) Harga *software* yang tidak murah
- c) Biaya *maintenance*

2.2.6 Metode perancangan *Pahl and Beitz*

Pahl and Beitz (1998) mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya; *Engineering Design : A Systematic Approach*. Cara merancang *Pahl* dan *Beitz* tersebut terdiri dari 4 kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat fase tersebut adalah :

A. Perencanaan dan penjelasan Tugas

Tugas fase ini adalah menyusun spesifikasi produk yang mempunyai fungsi khusus dan karakteristik tertentu yang memenuhi kebutuhan masyarakat. Produk ini dengan fungsi khusus dan karakteristik tertentu tersebut merupakan olahan hasil survei bagian pemasaran atau atas permintaan segmen masyarakat. Fase pertama tersebut perlu diadakan untuk menjelaskan secara lebih detail sebelum produk tersebut dikembangkan lebih lanjut.

Pada fase ini dikumpulkan semua informasi tentang semua persyaratan atau *requirement* yang harus dipenuhi oleh produk dan kendala-kendala yang merupakan batas-batas untuk produk. Hasil fase ini adalah spesifikasi produk yang dimuat dalam suatu daftar persyaratan teknis. Fase perencanaan produk tersebut baru dapat memberikan hasil yang baik, jika fase tersebut memperhatikan kondisi pasar, keadaan perusahaan dan ekonomi negara. Pada perencanaan proyek dibuat jadwal kegiatan dan waktu penyelesaian setiap kegiatan dalam proses perancangan.

B. Perancangan konsep produk

Berdasarkan spesifikasi produk hasil fase pertama, dicarilah beberapa konsep produk yang dapat memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi tersebut. Konsep produk tersebut merupakan solusi dari masalah perancangan yang harus dipecahkan. Beberapa alternatif konsep produk dapat ditemukan. Konsep produk biasanya berupa gambar skets atau gambar skema yang sederhana, tetapi telah memuat semua.

Beberapa alternatif konsep produk kemudian dikembangkan lebih lanjut dan setelah dievaluasi. Evaluasi tersebut haruslah dilakukan beberapa kriteria khusus seperti kriteria teknis, kriteria ekonomis dan lain-lain. Konsep produk yang tidak memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi produk, tidak diproses lagi dalam fase-fase berikutnya, sedangkan dari beberapa konsep produk yang memenuhi kriteria dapat dipilih solusi yang terbaik. Mungkin terjadi, ditemukan beberapa konsep produk terbaik yang dikembangkan lebih lanjut pada fase-fase berikutnya. Dari diagram alir cara merancang *Pahl* dan *Beitz* dapat dilihat bahwa fase perancangan konsep produk terdiri dari beberapa langkah.

C. Perancangan bentuk produk (*Embodiment Design*)

Dari diagram alir cara merancang *Pahl* dan *Beitz* dapat dilihat bahwa fase perancangan bentuk terdiri dari beberapa langkah, yang jumlahnya lebih banyak dari jumlah langkah-langkah pada fase perancangan konsep produk. Pada fase perancangan bentuk ini, konsep produk “diberi bentuk”, yaitu komponen-komponen konsep produk yang dalam gambar skema atau gambar skets masih berupa garis atau batang saja, kini harus diberi bentuk, sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut secara bersama menyusun bentuk produk, yang dalam gerakannya tidak saling bertabrakan sehingga produk dapat melakukan fungsinya. Konsep produk yang sudah digambarkan pada *preliminary layout*, sehingga dapat diperoleh beberapa *preliminary layout*.

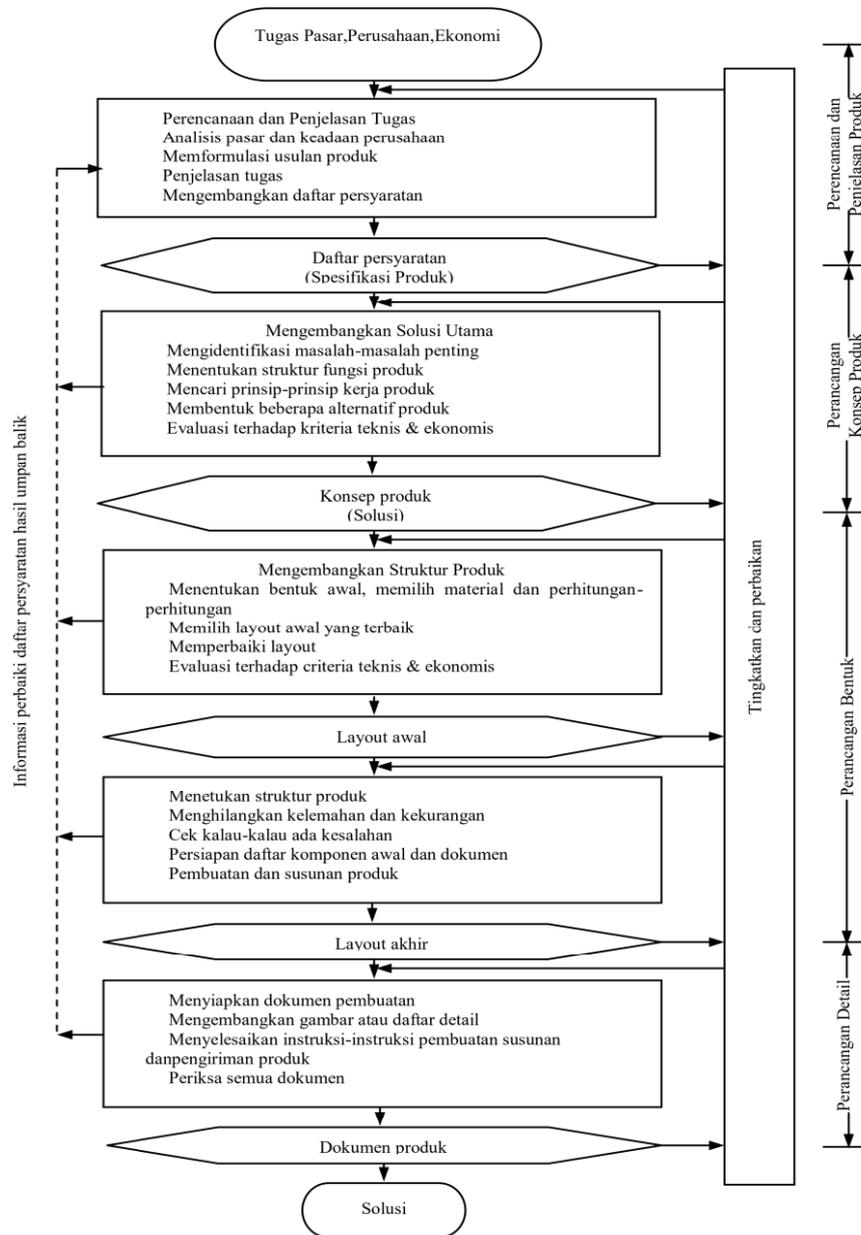
Preliminary layout masih dikembangkan lagi menjadi layout yang lebih baik lagi dengan meniadakan kekurangan dan kelemahan yang ada dan sebagainya. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap beberapa *preliminary layout* yang sudah dikembangkan lebih lanjut berdasarkan kriteria teknis, kriteria ekonomis dan lain-lain yang lebih ketat untuk memperoleh layout yang terbaik yang disebut *definitive layout*. *Definitive layout* telah dicek dari segi kemampuan melakukan fungsi produk, kekuatan, kelayakan finansial dan lain-lain.

D. Perancangan detail

Pada fase perancangan detail, maka susunan komponen produk, bentuk, dimensi, kehalusan permukaan, material dari setiap komponen produk ditetapkan. Demikian juga kemungkinan cara pembuatan setiap produk sudah dijajagi dan perkiraan biaya sudah dihitung. Hasil akhir fase ini adalah gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan; kedua hal tersebut disebut dokumen untuk pembuatan produk.

Sebenarnya langkah-langkah dalam keempat fase proses perancangan diatas tidaklah perlu dikelompokkan dalam 4 fase secara kaku, sebab seperti misalnya, pada langkah pada fase perancangan detail (fase ke-4) cara pembuatan komponen produk sudah diperlukan detail dan banyak lain contohnya seperti itu.

Berikut merupakan diagram alir perancangan menggunakan metode *pahl* and *beitz* ditunjukkan pada gambar 2.10



Gambar 2. 10 Diagram alir metode perancangan *Pahl and Beitz*

(Sumber : *Pahl and Beitz*, 1998)

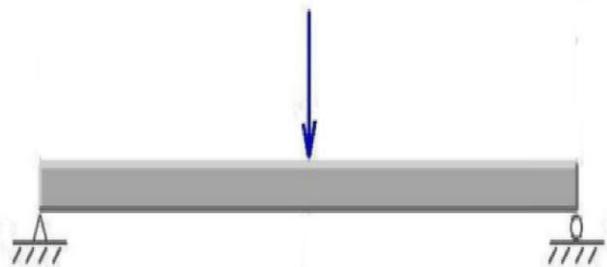
2.2.7 Rangka

Menurut Irawan. A. P (2007) rangka adalah salah satu komponen penting dari sebuah mesin. Dari segi struktur atau bentuk rangka mempunyai mempunyai fungsi yaitu harus mampu menempatkan dan menopang mesin, transmisi, dan sistem kelistrikan, serta komponen-komponen lain yang ada pada suatu mesin, oleh karena itu konstruksi rangka harus dibuat kokoh kuat dan baik dalam segi bentuk dan dimensinya.

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

A. Beban terpusat

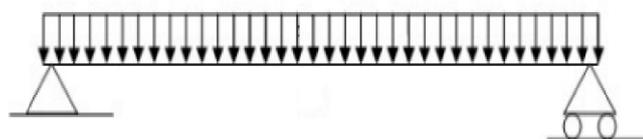
Beban terpusat adalah beban yang titik singgungnya sangat kecil yang dalam batas tertentu luas bidang singgung tersebut dapat diabaikan. Beban terpusat dinotasikan dengan P . Satuan beban terpusat adalah kg, ton, KN, N. Beban terpusat dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Beban terpusat (Murfihenni, 2014)

B. Beban merata

Beban merata adalah beban yang bekerja menyentuh bidang konstruksi yang cukup luas yang tidak diabaikan. Beban ini dinyatakan *newton per mete*. Beban merata ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Beban merata (Murfihenni, 2014)

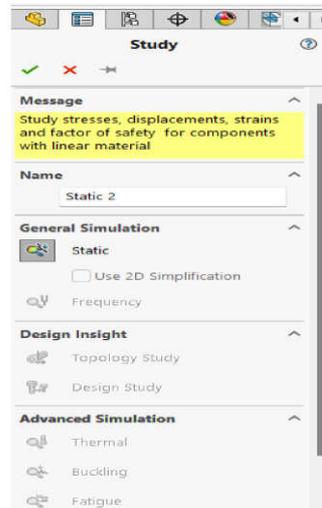
Menurut Gusrianto, Y. (2023) rangka mesin penanam padi adalah kerangka utama yang membentuk struktur dan menopang komponen-komponen penting dalam mesin penanam padi. Rangka mesin penanam padi didesain secara khusus untuk menahan beban dan tekanan yang dihasilkan saat proses penanaman padi. Ini melibatkan struktur yang kokoh dan dapat menangani guncangan dan getaran yang terjadi saat mesin beroperasi di ladang. Rangka yang dirancang dengan baik memungkinkan akses mudah untuk pemeriksaan, perbaikan, dan perawatan rutin. Selain itu, rangka juga harus mempertimbangkan aspek ergonomi untuk memastikan operator dapat bekerja dengan nyaman dan aman. Dengan adanya rangka mesin penanam padi yang kokoh dan fungsional, mesin ini dapat menjalankan tugasnya dengan efisien, meningkatkan produktivitas dalam penanaman padi, dan membantu petani mengoptimalkan hasil panen mereka.

Rangka mesin merupakan bagian terpenting dalam suatu mesin yang berfungsi untuk menahan beban yang terjadi selama mesin bekerja maupun tidak bekerja. Oleh karena itu, perhitungan rangka agar mendapatkan nilai aman sangatlah penting. Material yang digunakan pun sangat berpengaruh terhadap rangka.

2.2.8 Simulasi pembebanan rangka

Metoda analisis simulasi kekuatan rangka menggunakan *Solidworks* merupakan suatu pendekatan yang memanfaatkan perangkat lunak desain dan simulasi yang canggih untuk memprediksi dan memahami perilaku struktur rangka. Dengan menggunakan *Solidworks*, para insinyur dapat membuat model tiga dimensi yang akurat dari rangka, termasuk semua komponen dan sambungan yang relevan. Pertama, model rangka dibuat dengan menggunakan alat desain *Solidworks* yang kuat dan intuitif. Komponen seperti balok, pelat, dan sambungan dapat dengan mudah ditambahkan ke model tersebut, mencerminkan geometri sebenarnya dari rangka yang akan dianalisis. Setelah model rangka selesai, langkah berikutnya adalah melakukan analisis simulasi kekuatan. *Solidworks* menyediakan berbagai pilihan metode analisis yang dapat digunakan, seperti analisis statik, analisis dinamik, dan analisis kelelahan. Dalam analisis statik, beban dan batasan

yang relevan diterapkan pada model, dan perangkat lunak menghitung tegangan *von misses*, *displacement* dan *safety factor*. (Gusrianto. Y, 2023)



Gambar 2. 13 Tampilan menu *simulation* pada *software Solidworks*

(Sumber : Gusrianto. Y, 2023)

2.2.9 Parameter analisis kekuatan rangka

A. Tegangan (*Von Mises Stress*)

Tegangan merupakan indikator yang mengukur kegagalan material dengan menganalisis resultan 3 tegangan utama atau biasa disebut *Principal Stress*, kegagalan diprediksi jika nilai tegangan rangka lebih besar dari tegangan izin material. (Gusrianto. Y, 2023)

B. *Factor Of Safety*

Dalam “*modern engineering practice*”, faktor keamanan dalam desain harus mempertimbangkan hampir semua faktor yang mungkin meningkatkan terjadinya kegagalan. Faktor keamanan merupakan hasil perbandingan dari tegangan luluh sesungguhnya terhadap tegangan maksimum yang terjadi. Penentuan nilai numerik faktor keamanan sangat tergantung pada berbagai parameter dan pengalaman. Parameter-parameter utama yang harus diperhatikan adalah jenis material, tipe dan mekanisme aplikasi beban, keadaan diberi tegangan, penentuan titik berat beban dan faktor lainnya. (F. Isworo, 2018)

Dalam buku “*Machine Design Projects*”, Joseph P Vidosic memberikan *safety factor* berdasarkan tegangan luluh, sebagai berikut:

1. $sf = 1,25 - 1,5$: untuk bahan yang sesuai dengan penggunaan pada kondisi terkontrol dan tegangan yang bekerja dapat ditentukan dengan pasti.
2. $sf = 1,5 - 2,0$: untuk bahan yang sudah diketahui, dan pada kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap dan dapat ditentukan dengan mudah.
3. $sf = 2,0 - 2,5$: untuk beban yang beroperasi secara rata-rata dengan batasan beban yang diketahui.
4. $sf = 2,5-3,0$: untuk bahan yang diketahui tanpa mengalami tes. Pada kondisi ini, beban dan tegangan rata-rata.
5. $sf = 3,0-4,5$: untuk bahan yang sudah diketahui. Beban dan tegangan yang tidak pasti, dan kondisi lingkungan yang juga tidak pasti.
6. Beban berulang : nomor 1 s/d 5.
7. Beban kejut : nomor 3-5/
8. Bahan getas : nomor 2-5 dikalikan dengan 2

Maka diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$1. \sigma_{\text{beban}} < \sigma_{\text{ijin}} \quad (2.1)$$

$$2. \sigma_{\text{ijin}} = \frac{\text{Tegangan luluh (N/mm}^2\text{)}}{\text{Safety factor}} \quad (2.2)$$

Dimana :

σ_{ijin} = tegangan lentur izin material (N/mm²)

σ_{beban} = tegangan lentur beban rangka (N/mm²)

2.2.10 Proses produksi

Menurut Assauri (2011:75), proses produksi adalah cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan-bahan, dana) yang ada. Proses produksi merupakan suatu bentuk kegiatan yang paling penting dalam pelaksanaan produksi disuatu perusahaan.

Adapun proses produksi yang dilakukan dalam pengerjaan perancangan rangka mesin transplanter padi yaitu :

A. Pengukuran

Menurut Umar (1991) pengukuran adalah suatu kegiatan untuk mendapatkan informasi data secara kuantitatif. Hasil dari pengukuran dapat berupa informasi-informasi atau data yang dinyatakan dalam bentuk angka ataupun uraian yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan, oleh karena itu mutu informasi haruslah akurat. Pengukuran (*measurement*) merupakan serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menentukan suatu nilai besaran yang dapat dihitung secara kuantitatif (berbentuk angka dan satuan). Cara yang bisa dilakukan adalah dengan membandingkan dengan alat ukur geometri, seperti jangka sorong, mikrometer, dial indicator, mistar dan lain sebagainya.

B. Pemotongan (*Cutting*)

Menurut Andi Prasetyo, dkk. (2020) pemotongan adalah proses pemisahan benda padat menjadi dua atau lebih, melalui aplikasi gaya yang terarah melalui luas bidang permukaan yang kecil. Benda yang umum digunakan untuk memotong adalah pisau, gergaji dan gunting. Pada umumnya setiap benda yang tajam mampu memotong benda yang memiliki tingkat kekerasan lebih rendah dan diaplikasikan dengan gaya yang signifikan.

C. Proses gurdi

Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). (Widarto, 2008)

Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada Mesin Gurdi, tetapi bisa dengan Mesin Bubut, Mesin Frais, atau Mesin Bor. Beberapa mesin gurdi yang sering dipakai dalam proses produksi antara lain :

1. Mesin gurdi *portable*



Gambar 2. 14 Mesin gurdi *portable* (Ardiyansyah, 2017)

Mesin gurdi *portable* adalah mesin gurdi kecil yang digunakan untuk proses penggurdian yang dioperasikan dengan tangan. Penggurdi ini mampu dijinjing, dilengkapi dengan motor listrik kecil, beroperasi pada kecepatan cukup tinggi, dan mampu menggurdi sampai diameter 12 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.14 diatas.

2. Mesin gurdi duduk



Gambar 2. 15 Mesin gurdi duduk (Ardiyansyah, 2017)

Mesin gurdi duduk adalah mesin kecil berkecepatan tinggi dengan konstruksi sederhana yang terdiri atas sebuah standar tegak, sebuah meja horizontal, dan sebuah spindel untuk memegang dan memutar penggurdi seperti pada Gambar 2.15 diatas.

D. Proses gerinda

Proses gerinda adalah proses pelepasan tatal dengan menggunakan butiran kasar satuan sebagai alat potong dimana butiran kasar disini berukuran kecil dan merupakan partikel keras non logam yang mempunyai sudut tajam dan bentuk yang teratur. Mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah roda gerinda berputar, bersentuhan dengan benda kerja dan terjadi pengikisan, penajaman, pemotongan, atau pengasahan (Widarto, 2008b). Beberapa mesin gerinda yaitu sebagai berikut:

1. Mesin gerinda tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Awalnya mesin gerinda hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan *stainless steel*. Menggerinda bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat atau dapat bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain.



Gambar 2. 16 Mesin gerinda tangan (Jevenly, 2016)

2. Mesin gerinda duduk

Mesin gerinda duduk adalah mesin gerinda yang diletakkan di atas bangku kerja dan diikat dengan mur baut. Mesin gerinda duduk biasa digunakan untuk mengasah pahat bubut, mata bor, tap, pisau frais, dan semacamnya yang digerakkan secara manual atau hanya menggunakan gerakan tangan.



Gambar 2. 17 Mesin gerinda duduk (Jevenly, 2016)

3. Mesin gerinda potong

Mesin gerinda potong merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan pelat atau pipa. Roda gerinda yang digunakan dengan kecepatan tinggi. Mesin gerinda potong dapat memotong benda kerja pelat ataupun pipa dari bahan baja dengan cepat.



Gambar 2. 18 Mesin gerinda potong (Jevenly, 2016)

D. Pengelasan (*Welding*)

Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam kontinyu (Siswanto, 2011).

Proses pengelasan dilakukan guna untuk menyatukan bagian-bagian rangka. Berdasarkan cara kerjanya, pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan, dan pematrian (Wiryosumarto, 2000).

1. Pengelasan Cair

Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sumber api gas yang terbakar.

2. Pengelasan Tekan

Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.

3. Pematrian

Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam hal ini logam induk tidak turut mencair.

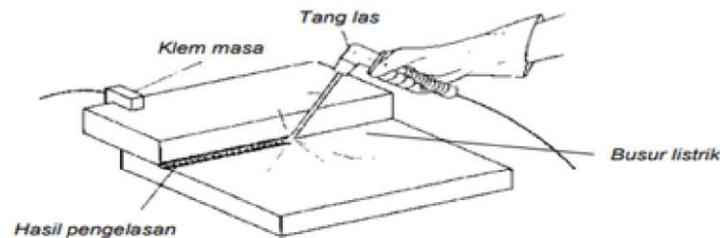
Adapun yang digunakan dalam proses penyambungan rangka yaitu pengelasan cair dengan jenis las busur listrik dengan elektroda terbungkus.



Gambar 2. 19 Mesin las busur Listrik (Kusnu Sutedy, 2020)

Las busur listrik atau pada umumnya disebut las listrik termasuk suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Elektroda mencairkan logam dasar dan membentuk terak las pada waktu yang bersamaan; ujung elektroda mencair dan bercampur dengan bahan yang di las. Memperbesar busur las adalah dengan cara memperbesar/ mempertinggi arus yang dapat diatur pada mesin las. Proses terjadinya pengelasan karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek dan

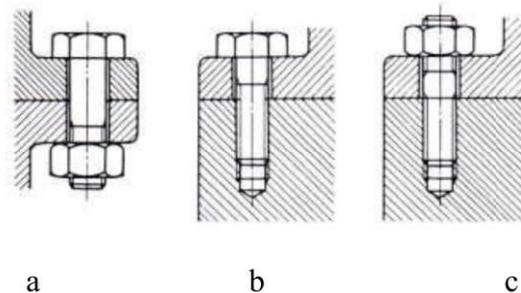
saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektrode sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas.



Gambar: Prinsip Kerja Las Busur Manual (LBM)

Gambar 2. 20 Prinsip kerja las busur Listrik (Kusnu Sutedy, 2020)

E. Sambungan baut

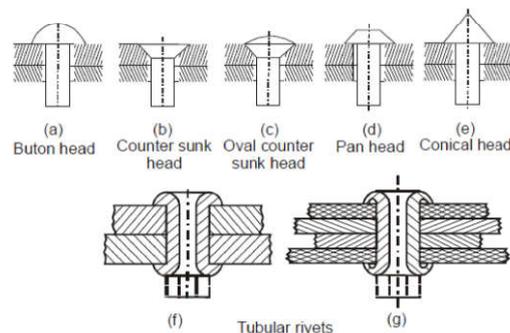


Gambar 2. 21 Macam-macam baut pengikat (a) Baut tembus, (b) Baut tap, (c) Baut tanam (Muhammad Al Asraf, dkk. 2021)

Baut adalah alat sambung dengan batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya dibentuk kepala baut (umumnya bentuk kepala segi enam) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci. Dalam pemakaian di lapangan, baut dapat digunakan untuk membuat konstruksi sambungan tidak tetap, sambungan bergerak, maupun sambungan sementara yang dapat dibongkar/dilepas kembali. Bentuk uliran batang baut untuk baja bangunan pada umumnya ulir segi tiga (ulir tajam) sesuai fungsinya yaitu sebagai baut pengikat, sedangkan bentuk ulir segi empat (ulir tumpul) umumnya untuk baut-baut penggerak atau pemindah tenaga misalnya dongkrak atau alat-alat permesinan yang lain. (Riphan Hidayat, S. 2019).

F. Sambungan keling (*rivet*)

Dalam praktek keteknikan sering diperlukan bahwa dua lembaran (*sheet*) atau pelat (*plate*) yang digabung bersamasama dan menerima beban dengan cara sedemikian rupa sehingga sambungan dibebani. Banyak sambungan tersebut diperlukan untuk mengatasi kebocoran sehingga gas yang terkandung di dalamnya tidak diperbolehkan untuk keluar. Sebuah sambungan kelingan mudah dipahami antara dua pelat tumpang tindih pada ujung-ujungnya, membuat lubang melalui kedua ketebalan, batang paku keling melewati lubang dan menciptakan kepala di akhir batang pada sisi lain. Sejumlah paku keling bisa melewati deretan lubang, yang merata sepanjang tepi pelat. Dengan sambungan seperti yang telah dibuat antara dua pelat, mereka tidak bisa ditarik terpisah. Pada setiap ujung bebas diaplikasikan gaya untuk menarik pelat menjadi terpisah, maka tegangan tarik pada pelat sepanjang deretan lubang kelingan dan tegangan geser di paku keling akan menciptakan gaya resistensi. Sambungan tersebut telah digunakan dalam struktur, ketel dan kapal.



Gambar 2. 22 Jenis Kepala Paku Keling (Prof. Dr. Ambiyar, dkk. 2022)

Sambungan keling dibuat dengan melewati batang paku keling melalui lubang di dua pelat. Pembuatan kepala paku keling dengan proses yang sulit. Kesulitan bagian silinder paku keling dapat dilakukan dingin atau panas. Ketika diameter paku keling adalah 12 mm atau kurang, proses dingin dapat dilakukan. Untuk diameter yang lebih besar keling adalah pertama dipanaskan sampai lampu merah dan dimasukkan. Kepala terbentuk segera mengikuti. Paku keling sepenuhnya mengisi lubang dalam proses panas. Namun harus dipahami bahwa pendinginan akan menyebabkan panjang berkurang dan diameter menurun.

Pengurangan panjang menarik kepala paku keling terhadap pelat dan membuat sambungan sedikit lebih kuat. Pengurangan diameter menciptakan kelonggaran (*clearance*) antara bagian dalam lubang dan keling. Penurunan panjang dan diameter tidak terjadi sewaktu keling dingin. Untuk pelat baja biasanya paku keling dibuat dalam baja karbon rendah. Namun, paku keling tembaga menambah ketahanan terhadap korosi dan paku keling aluminium dapat digunakan untuk mengurangi berat keseluruhan struktur. Baja karbon rendah adalah standar dalam komposisi terutama untuk aplikasi ketel. (Prof. Dr. Ambiyar, dkk, 2022)

G. Proses perakitan (*Assembly*)

Hastarina, dkk (2020) menyatakan proses perakitan adalah proses penggabungan dari beberapa bagian komponen yang dirakit satu-persatu untuk membentuk suatu konstruksi yang diinginkan hingga menjadi produk akhir. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya.

Sesuai prinsipnya perakitan dalam proses manufaktur terdiri dari pemasangan semua bagian-bagian komponen menjadi suatu produk, proses pengencangan, proses inspeksi dan pengujian fungsional, pemberian nama atau label, pemisahan hasil perakitan yang baik dan hasil perakitan yang buruk, serta pengepakan dan penyiapan untuk pemakaian akhir. Perakitan merupakan proses khusus bila dibandingkan dengan proses manufaktur lainnya, misalnya proses permesinan (frais, bubut, bor, dan gerinda).

H. *Finishing*

Finishing merupakan tahapan terakhir dalam proses produksi. Sebelum produk masuk *quality control* tahap akhir dan pengepakan maka dilakukan *finishing* terlebih dahulu. *Finishing* adalah suatu proses penyelesaian atau penyempurnaan akhir dari suatu produk. Pada umumnya *finishing* dilakukan dengan melapisi material dengan cat, politur, pelindung air, atau bahan lain. Selain membuat tampilan produk menjadi lebih menarik, *finishing* juga dapat memberikan perlindungan pada material agar lebih tahan goresan, benturan dan tahan lebih lama.