

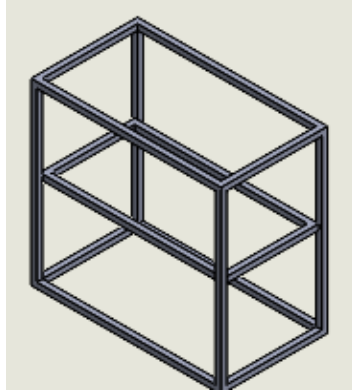
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Rancang Bangun

Proses pengembangan alat teknik seperti rangka anodizing untuk logam titanium dan aluminium, konsep rancang bangun terdiri dari dua bagian utama, yaitu rancang dan bangun. Tahap rancang merupakan kegiatan merumuskan sistem kerja alat secara sistematis berdasarkan kebutuhan pengguna. Ini mencakup penyusunan desain mekanik dan pemilihan material, serta pembuatan model awal menggunakan perangkat lunak desain teknik seperti SolidWorks. Tujuannya adalah menghasilkan rancangan konseptual yang dapat menggambarkan secara detail bentuk, ukuran, dan fungsi dari alat anodizing yang akan dibangun. Sementara itu, tahap bangun merupakan proses realisasi fisik dari desain tersebut. Pada tahap ini, komponen yang telah dirancang mulai dirakit, seperti memotong dan mengelas material rangka, serta memastikan dimensi dan kekuatan struktur sesuai dengan perhitungan (Haryanti dkk., 2021).

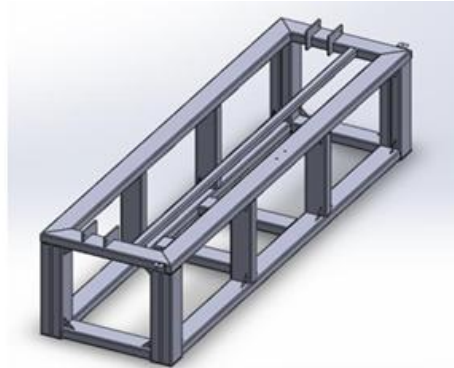
2.2 Pengertian Rangka



Gambar 2.1 Rangka
(Dokumen pribadi, 2025)

Rangka merupakan struktur dasar dari suatu alat atau mesin yang tersusun atas batang-batang penyusun yang saling terhubung melalui sambungan tetap seperti las. Struktur ini dirancang agar mampu menahan beban kerja serta memberikan kestabilan dan kekokohan secara menyeluruh. Dalam dunia teknik, rangka memegang peran penting karena menjadi penopang seluruh komponen yang terpasang, serta harus mampu menyalurkan gaya luar secara efektif. Dalam perancangan alat seperti mesin anodizing, rangka berfungsi sebagai struktur utama yang menjaga keseimbangan (Febryan dkk., 2021).

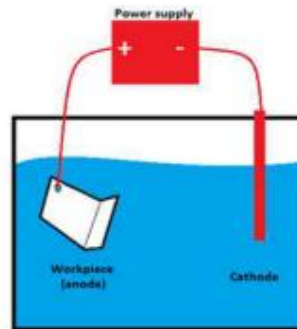
2.3 Design Berbasis CAD (*Computer-Aided Design*)



Gambar 2.2 Contoh *Design* menggunakan *Software CAD*
(E. Prasetyo dkk., 2020)

Computer-Aided Design (CAD) merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk membantu proses pembuatan, modifikasi, analisis, dan optimalisasi suatu desain teknik. Teknologi ini menjadi alternatif modern dari metode menggambar manual, memberikan efisiensi dan presisi yang lebih tinggi. Dengan CAD, desainer dapat merancang objek dalam bentuk dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D), serta memodifikasi dan menyimpan desain secara digital. Kelebihan CAD juga terletak pada kemampuannya mendeteksi tabrakan antar komponen saat proses perakitan, memperkirakan urutan perakitan, dan menyajikan visualisasi bentuk akhir produk sebelum dibuat secara fisik. Oleh karena itu, CAD tidak hanya menjadi alat bantu gambar, tetapi juga pendukung penting dalam proses perencanaan, evaluasi, dan pengembangan produk teknik (Aufa dkk., 2020).

2.4 Pengertian Anodizing



Gambar 2.3 *Setup* proses anodizing
(Hendriarto, 2024)

Anodizing adalah proses pelapisan permukaan logam, dengan membentuk lapisan oksida pelindung yang lebih tebal melalui reaksi elektrokimia. Proses ini dilakukan dengan merendam logam dalam larutan elektrolit dan mengalirkan arus listrik searah, di mana aluminium berperan sebagai anoda. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kekerasan, ketahanan terhadap korosi, serta memberikan tampilan estetika. Tahapan anodizing mencakup *pretreatment* (pembersihan logam), proses oksidasi (pembentukan pori-pori oksida), pewarnaan, dan *sealing* (penutupan pori-pori). Faktor-faktor penting yang memengaruhi keberhasilan proses ini antara lain suhu, rapat arus, pH larutan, waktu proses, dan homogenitas larutan. Dengan kontrol yang tepat, anodizing dapat secara signifikan memperpanjang umur pakai material logam di lingkungan abrasif maupun korosif (Lisa Agustriyana dkk., 2021).

2.5 Estetika

Perkembangan industri transportasi yang pesat menuntut peningkatan kualitas material pada berbagai komponen otomotif, tidak hanya dari segi kekuatan, tetapi juga tampilan visual. Velg, misalnya, tidak hanya berfungsi sebagai penopang beban kendaraan, tetapi juga menjadi salah satu elemen penting yang memengaruhi kesan estetika kendaraan. Nilai estetika tersebut umumnya ditonjolkan melalui pewarnaan permukaan, karena warna mampu memberikan tampilan menarik dan khas. Permasalahan yang sering terjadi pada komponen berwarna adalah goresan, pengelupasan, dan pemudaran warna akibat paparan cuaca. Untuk mengatasi hal tersebut, perlakuan permukaan diperlukan agar warna lebih tahan lama. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah anodizing, yaitu proses elektrokimia yang membentuk lapisan oksida berpori sehingga dapat diwarnai. Prinsip yang sama juga diterapkan pada komponen berbahan aluminium dan titanium dengan ukuran lebih kecil, seperti baut, di mana anodizing berfungsi ganda: memberikan ketahanan terhadap korosi sekaligus meningkatkan nilai estetika produk (Hidayat et al., 2025).

2.6 Pengelasan

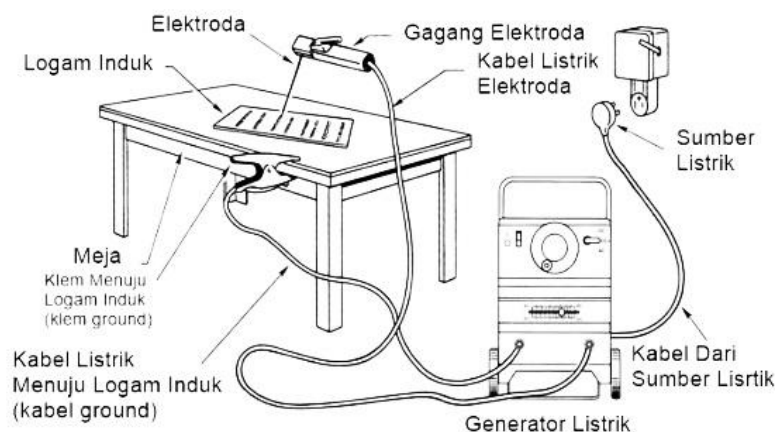


Gambar 2.4 Proses Pengelasan
(Gusthia, 2023)

Pengelasan (*welding*) adalah proses penyambungan logam yang dilakukan dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi, dengan atau tanpa tekanan serta dengan atau tanpa bahan tambahan. Tujuan dari proses ini adalah menghasilkan sambungan yang permanen dan kontinu. Pengelasan menjadi salah satu teknik penting dalam industri manufaktur, karena memungkinkan pembuatan struktur kuat dan tahan lama. Proses ini menggunakan energi panas yang bisa berasal dari busur listrik, pembakaran gas, atau laser. Dalam penerapannya, kualitas hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh jenis logam, ketebalan material, metode yang digunakan, serta keterampilan operator. Selain menyambungkan komponen, pengelasan juga dimanfaatkan untuk reparasi, seperti mengisi lubang atau mempertebal bagian yang aus (Sabiqunassabiqun dkk., 2024).

2.6.1 SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Shielded Metal Arc Welding (SMAW), atau dikenal juga sebagai las busur manual (*Manual Metal Arc Welding*/MMAW), adalah proses pengelasan yang menyambungkan dua atau lebih logam menggunakan panas dari busur listrik. Proses ini memanfaatkan elektroda terbungkus yang berfungsi ganda sebagai penghantar arus dan logam pengisi. Selama pengelasan, lapisan *fluks* pada elektroda akan mencair, menghasilkan gas pelindung yang melindungi logam cair dari kontaminasi udara serta membantu menstabilkan busur. SMAW merupakan metode yang umum digunakan dalam fabrikasi konstruksi baja karena peralatannya sederhana, biaya ekonomis, dan fleksibel untuk berbagai posisi pengelasan. Dalam praktiknya, proses ini juga melibatkan pemilihan polaritas arus listrik (DC+ atau DC-) yang akan memengaruhi penetrasi, kekuatan tarik, dan karakteristik sambungan las yang dihasilkan (Purwanto dkk., 2023).



Gambar 2.5 Bagian-bagian Alat Las Busur Listrik
(Manunggal, 2025)

Teknik pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan salah satu metode penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri maupun usaha bengkel kecil karena kepraktisannya dan biaya yang relatif rendah. Proses ini dilakukan dengan mencairkan elektroda menggunakan panas yang dihasilkan dari busur listrik antara ujung elektroda dan logam dasar. Penggunaan mesin las SMAW sangat efektif dalam pembuatan produk logam seperti pagar dan kanopi, serta menjadi bagian penting dalam pelatihan keterampilan kerja karena alatnya sederhana dan mudah dipelajari. Selain itu, faktor keselamatan kerja seperti penggunaan alat pelindung diri (APD) harus diperhatikan untuk menghindari cedera akibat panas, percikan api, atau radiasi cahaya dari proses pengelasan (Suharso dkk., 2023).

2.6.2 Elektroda Las



Gambar 2.6 Elektroda Las
(Builder indonesia, 2020)

Elektroda dalam proses pengelasan SMAW berperan penting sebagai penghantar arus listrik sekaligus bahan pengisi sambungan las. Terdapat tiga

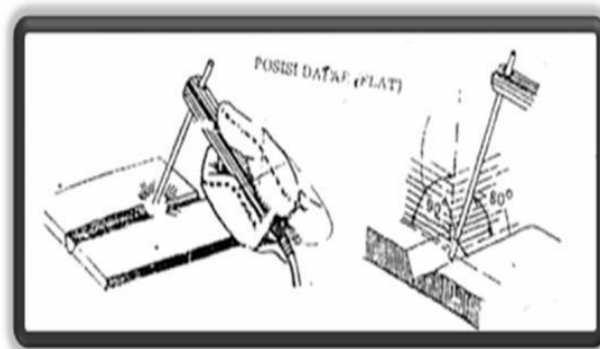
jenis elektroda utama yang digunakan, yaitu elektroda polos, elektroda inti, dan elektroda terbungkus. Elektroda polos hanya berupa kawat tanpa pelapis, sehingga tidak mampu melindungi logam cair dari kontaminasi udara. Elektroda inti memiliki *fluks* di bagian tengah kawat, memberikan hasil lasan yang lebih bersih, namun rentan terhadap kelembaban. Sementara itu, elektroda terbungkus memiliki lapisan pelindung *fluks* di bagian luar kawat, yang memberikan kestabilan busur listrik, perlindungan terhadap kontaminasi, serta menghasilkan sambungan las yang kuat dan ulet. Oleh karena keunggulannya, elektroda terbungkus paling umum digunakan dalam pengelasan SMAW, meskipun memiliki kelemahan seperti penyusutan tinggi pada sambungan dan sulitnya mengamati jalur las (Munawar Muthia dkk., 2023). Oleh karena itu, pemilihan parameter pengelasan harus mempertimbangkan kecocokan antara diameter elektroda dan arus listrik, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Hubungan diameter elektroda dengan arus listrik pengelasan

Diameter kawat las (mm)	Arus (ampere)
1,6	25 - 45
2	50 - 75
2,6	65 - 95
3,2	95 - 130
4	135 - 180

2.6.3 Posisi Pada Bawah Tangan

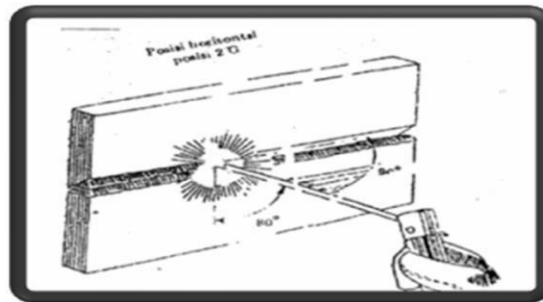
Posisi di bawah tangan adalah teknik pengelasan yang dilakukan pada permukaan yang datar, dengan posisi pekerjaan berada di bawah tangan pengelas. Elektroda ditempatkan dengan sudut kemiringan sekitar 10° – 20° terhadap garis vertikal dan sekitar 70° – 80° terhadap permukaan benda kerja (Akhmadi & Qurohman, 2020).



Gambar 2.7 Posisi pengelasan 1G
(Akhmadi & Qurohman, 2020)

2.6.4 Posisi Datar (*Horizontal*)

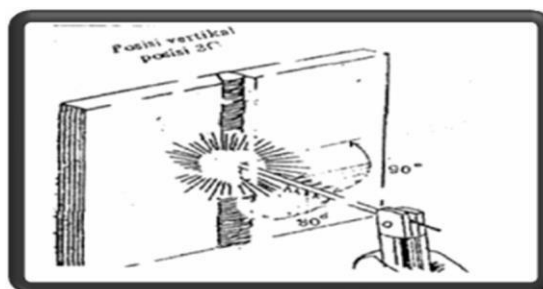
Posisi datar (*horizontal*) adalah teknik pengelasan yang sering disebut juga pengelasan merata, di mana posisi benda kerja tegak lurus sementara gerakan elektroda mengikuti arah horizontal. Saat pengelasan, elektroda dimiringkan sekitar 5° – 10° terhadap garis vertikal dan sekitar 70° – 80° ke arah permukaan benda kerja (Akhmadi & Qurohman, 2020).



Gambar 2.8 Posisi pengelasan 2G
(Akhmadi & Qurohman, 2020)

2.6.5 Posisi Tegak (*Vertikal*)

Posisi tegak (*vertikal*) adalah teknik pengelasan yang dilakukan dengan arah gerakan ke atas atau ke bawah. Posisi ini termasuk salah satu yang paling sulit, karena logam cair cenderung mengalir atau menumpuk ke bagian bawah. Untuk mengurangi masalah tersebut, elektroda biasanya dimiringkan sekitar 10° – 15° terhadap garis *vertikal* dan sekitar 70° – 85° terhadap permukaan benda kerja (Akhmadi & Qurohman, 2020).



Gambar 2.9 Posisi pengelasan 3G
(Akhmadi & Qurohman, 2020)

2.6.6 Posisi Pada Atas Kepala (*Over Head*)

Posisi di atas kepala (*overhead*) merupakan teknik pengelasan yang sangat sulit dan berisiko, karena logam cair sering kali menetes dan dapat mengenai pengelas. Oleh sebab itu, pengelasan pada posisi ini memerlukan perlengkapan pelindung yang lengkap, seperti baju las, sarung tangan, sepatu kulit, dan peralatan keselamatan lainnya. Pada posisi ini, benda kerja berada di atas kepala pengelas, dengan sudut elektroda sekitar 5° – 20° terhadap garis vertikal dan 75° – 85° terhadap permukaan benda kerja (Akhmadi & Qurohman, 2020).

Gambar 2.10 Posisi pengelasan 4G
(Akhmadi & Qurohman, 2020)

