

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Minibike



Gambar 2.1 *Minibike* (Galih, 2024)

Minibike merupakan sepeda mini onthel dengan ukuran roda sekitar 20 inci atau lebih kecil. Sepeda dengan ukuran lebih dari 20 inci tidak termasuk dalam kategori *minibike*. Ukurannya yang kecil dan ringan membuat *minibike* mudah dikendalikan sehingga cocok untuk hiburan, olahraga ringan, dan transportasi sederhana. Sepeda mini onthel mulai populer pada era 1950-an hingga 1970-an, terutama di kalangan anak-anak dan remaja. Namun, popularitasnya menurun seiring munculnya sepeda modern dengan desain dan teknologi yang lebih canggih. Pada tahun 1990-an, minat terhadap *minibike* kembali meningkat, kolektor dan penggemar mulai mencari serta merestorasi sepeda ini. Hingga saat ini, *minibike* tidak hanya berfungsi sebagai alat transportasi, tetapi juga sebagai barang koleksi dan bagian dari gaya hidup (Nurulhadi, 2022).

A collection of metal parts for a custom motorcycle, including a frame, handlebars, seat, wheels, tires, and various fasteners. The parts are laid out on a white background. The frame is made of black metal tubing. The handlebars are also made of black metal tubing. The seat is a black, rectangular, padded seat. The wheels are made of black metal with a multi-spoke design. The tires are black and appear to be made of rubber. There are also various fasteners, including bolts, nuts, and washers, scattered around the parts.

Minibike memiliki beberapa komponen utama yang harus dirakit secara sistematis agar *minibike* dapat berjalan dengan baik, yaitu antara lain:

2.2.1. Mesin



Gambar 2.3 Mesin Gx (Ap, 2024)

Mesin pembakaran berfungsi mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanis. Berdasarkan lokasi pembakarannya, mesin ini terbagi menjadi dua jenis: pembakaran dalam dan pembakaran luar. Mesin pembakaran dalam melakukan proses pembakaran di dalam silinder, contohnya mesin bensin dan diesel. Mesin bensin sendiri terbagi menjadi mesin dua langkah dan empat langkah, di mana mesin empat langkah unggul dalam efisiensi dan kualitas pembakaran. Salah satu contoh mesin bensin empat langkah adalah Honda GX-160 dengan kapasitas 163 cc dan sistem pendingin udara. Mesin ini banyak digunakan pada pompa air, generator, dan alat konstruksi ringan. Konstruksinya yang sederhana membuat mesin ini mudah dirawat, efisien dalam konsumsi bahan bakar, serta mampu menghasilkan tenaga yang cukup besar untuk berbagai kebutuhan (Askan dkk., 2024).

2.2.2. Rantai



Gambar 2.4 Rantai (Rizki, 2021)

Rantai merupakan komponen pada *minibike* yang berfungsi mentransfer tenaga dari mesin ke roda belakang. Cara kerjanya adalah dengan meneruskan putaran *sprocket* mesin ke *sprocket* roda belakang sehingga kendaraan dapat bergerak. Komponen-komponen rantai seperti plat, pin, dan rol bekerja sama untuk menjaga kestabilan transmisi tenaga agar kecepatan dan akselerasi *minibike* tetap optimal. Material rantai umumnya menggunakan baja paduan agar kuat dan tahan terhadap beban serta gesekan. Tanpa perawatan yang baik, rantai akan mengalami keausan sehingga memanjang, transmisi tenaga menjadi tidak efisien, dan menimbulkan suara berisik. Oleh karena itu, rantai memerlukan perawatan rutin berupa pelumasan serta pemeriksaan tegangan agar tidak terlalu kendur maupun tegang. Jika sudah aus, rantai perlu segera diganti untuk menjaga kinerja dan keselamatan kendaraan (Ghofur dkk., 2023).

2.2.3. Rem



Gambar 2.5 Rem (Radityasani & Kurniawan, 2025)

Rem merupakan sistem pada *minibike* yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan putaran roda. Sistem rem bekerja dengan mengubah energi kinetik menjadi energi panas melalui gesekan sehingga kecepatan kendaraan dapat dikurangi atau dihentikan. Sistem rem pada *minibike* terdiri dua tipe, seperti rem tromol dan rem cakram. Rem tromol bekerja dengan menekan sepatu rem ke dinding tromol, sedangkan rem cakram bekerja dengan menjepit cakram menggunakan kaliper. Perawatan sistem rem sangat penting untuk menjaga keselamatan dan kinerja kendaraan. Pemeriksaan rutin terhadap kampas rem, cakram, tromol, dan cairan rem perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan. Penggantian komponen yang aus juga diperlukan agar sistem rem tetap bekerja optimal. Material rem umumnya dirancang tahan terhadap panas dan tekanan tinggi agar tetap efektif saat digunakan secara terus-menerus (Maulana dkk., 2021).

2.2.4. Sistem Kemudi



Gambar 2.6 Sistem Kemudi (Mulyana, 2026)

Sistem kemudi merupakan komponen pada *minibike* yang berfungsi untuk mengarahkan roda depan sesuai keinginan pengendara. Sistem kemudi bekerja dengan memutar roda depan melalui mekanisme kemudi sehingga kendaraan dapat bergerak lurus atau berbelok. Komponen sistem kemudi meliputi setang, segitiga kemudi, dan poros kemudi yang bekerja secara terkoordinasi untuk menghasilkan pergerakan yang stabil dan presisi. Sistem kemudi juga berperan dalam menjaga kestabilan saat berkendara. Perawatan sistem kemudi perlu dilakukan secara rutin dengan memeriksa kondisi komponen dan melakukan pelumasan pada bagian yang bergerak. Penggantian komponen yang aus diperlukan agar sistem kemudi tetap berfungsi dengan baik (Ridhwan & Ansori, 2021).

2.2.5. Roda



Gambar 2.7 Roda (Prihatini & Sumartiningtyas, 2021)

Roda merupakan komponen pada *minibike* yang berfungsi untuk menopang beban dan memungkinkan kendaraan bergerak. Roda berbentuk silinder dan terbuat dari bahan kuat agar mampu menahan beban selama penggunaan. Roda bekerja dengan berputar pada poros sehingga gaya yang diberikan dapat diubah menjadi gerak. Komponen seperti poros dan bantalan (*bearing*) membantu roda berputar dengan lancar dan mengurangi gesekan. Roda juga berperan dalam menjaga kestabilan dan kenyamanan kendaraan saat berkendara. Pemilihan material dan desain roda mempengaruhi kekuatan, keausan, serta kemampuan roda dalam menahan beban dan tekanan (Nugroho dkk., 2024).

2.2.6. Knalpot



Gambar 2.8 Knalpot (Prasetiawan, 2023)

Knalpot merupakan komponen pada *minibike* yang berfungsi untuk meredam suara dan menyalurkan gas buang dari hasil pembakaran. Knalpot bekerja dengan mengalirkan gas buang dari ruang bakar sehingga tekanan dan suara dapat dikurangi. Knalpot juga berperan dalam mempengaruhi performa mesin karena aliran gas buang dapat menentukan efisiensi pembakaran dan tenaga yang dihasilkan. Desain knalpot yang baik dapat mengurangi tekanan balik sehingga kinerja mesin menjadi lebih optimal. Material knalpot umumnya menggunakan bahan tahan panas seperti baja atau *stainless steel* agar mampu menahan suhu tinggi dan korosi. Pemilihan desain dan material knalpot yang tepat diperlukan untuk menjaga performa dan kenyamanan kendaraan (Feriansah dkk., 2020).

2.2.7. Rangka



Gambar 2.9 Rangka (Ferdian, 2023)

Rangka merupakan komponen utama pada *minibike* yang berfungsi sebagai penopang seluruh bagian kendaraan. Rangka menahan beban dari mesin dan komponen lain sehingga kendaraan tetap stabil dan aman. Rangka dirancang untuk menahan beban statis dan dinamis yang meliputi gaya tekan, tarik, dan lentur. Desain rangka harus mampu mendistribusikan beban secara merata agar tidak terjadi kerusakan. Pemilihan material rangka sangat penting karena mempengaruhi kekuatan, berat, dan ketahanan terhadap beban. Material yang digunakan umumnya memiliki kekuatan tinggi agar tidak mudah mengalami deformasi. Perawatan rangka dilakukan dengan memeriksa kondisi struktur secara rutin untuk memastikan tidak terjadi retak, korosi, atau kerusakan lainnya (Satrijo dkk., 2023).

2.3. *Pipe Bending Method* (Metode Pelengkungan Pipa)

Dalam pembuatan *minibike* ada beberapa metode melengkungkan pipa, yaitu antara lain:

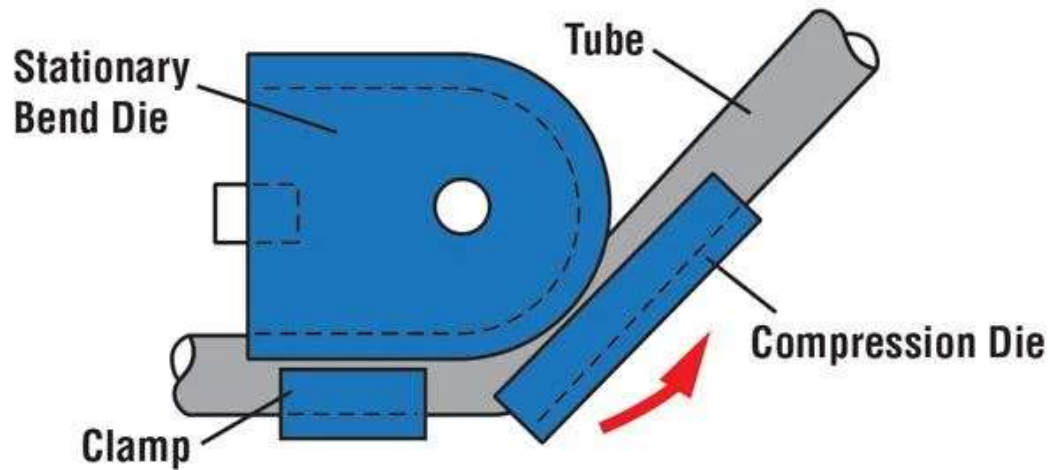
2.3.1. *Rotary Draw Bending* (Bending Tarik Putar)



Gambar 2.10 *Rotary Draw Bending* (Mentira, 2025)

Rotary draw bending merupakan metode pembengkokan pipa yang paling banyak digunakan dalam dunia industri maupun teknik. Metode ini bekerja dengan cara mencekam pipa pada *dies* yang berputar, sehingga pipa mengikuti bentuk lengkungan yang telah ditentukan secara presisi tanpa mengalami deformasi yang tidak diinginkan. Keunggulan utama metode ini terletak pada kemampuannya menghasilkan tekukan yang konsisten dan akurat, bahkan pada radius yang relatif kecil sekalipun. Oleh karena itu, *rotary draw bending* banyak dipilih untuk aplikasi yang memerlukan toleransi dimensi ketat, seperti pada industri otomotif, *aerospace*, maupun konstruksi perpipaan (Susanto dkk., 2023).

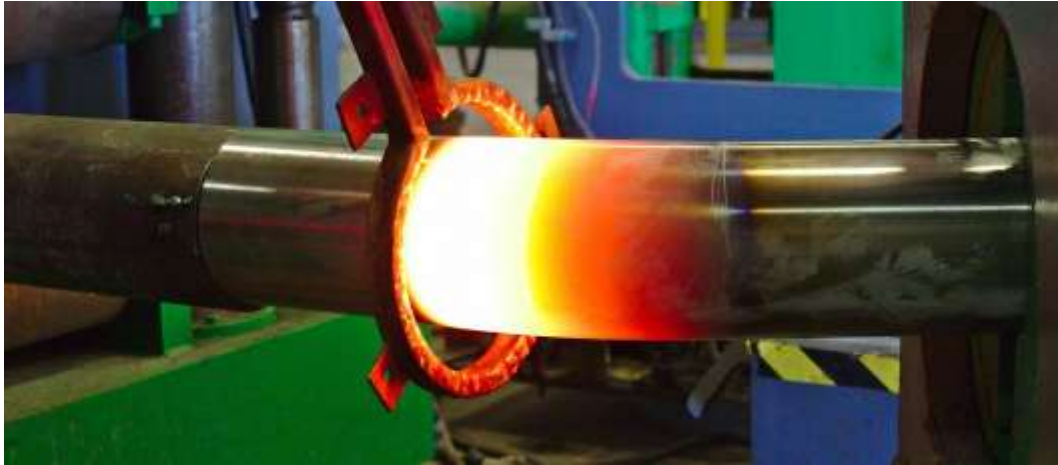
2.3.2. *Compression Bending* (Bending Kompresi)



Gambar 2.11 *Compression Bending* (Isotema, 2025)

Metode *compression bending* bekerja mirip seperti *rotary draw bending* keduanya mengandalkan cetakan sebagai acuan bentuk lengkungan. Bedanya, pada metode ini cetakan tidak berputar, melainkan terkunci diam di tempat. Bagian yang bergerak justru blok geserlah yang secara aktif mendorong dan melingkari cetakan, sehingga pipa terpaksa mengikuti konturnya hingga mencapai sudut bengkok yang diinginkan. Karena sisi dalam lengkungan menerima gaya tekan yang cukup besar, metode ini paling cocok diterapkan pada pipa berdinding tebal dengan radius bengkok yang tidak terlalu kecil. Jika kedua syarat itu tidak terpenuhi, tekanan berlebih pada sisi dalam berpotensi menimbulkan kerutan pada dinding pipa (Marsis dkk., 2007).

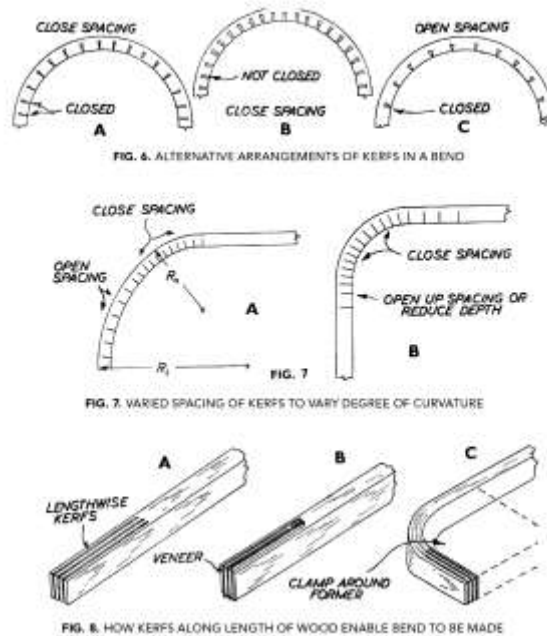
2.3.3. *Induction Bending* (Bending Induksi Panas)



Gambar 2.12 *Induction Bending* (Avtur, 2024)

Pembengkokan dengan induksi adalah metode pembentukan logam yang digunakan di industri berat untuk menghasilkan lengkungan pada pipa berdiameter besar tanpa memerlukan *fitting* las. Prosesnya dimulai dengan memanaskan bagian pipa secara lokal menggunakan kumparan induksi elektromagnetik hingga material mencapai suhu plastisnya sekitar 850°C – 1.050°C untuk baja karbon lalu gaya bengkok diberikan secara bertahap melalui lengan pembengkok. Begitu lengkungan tercapai, pipa segera didinginkan secara terprogram untuk membekukan geometri sekaligus memulihkan sifat mekanik material. Keunggulan utama metode ini terletak pada kemampuannya menjaga integritas penampang pipa selama proses berlangsung, sehingga tegangan sisa terdistribusi lebih merata dan dimensi akhir pipa tetap memenuhi toleransi yang dipersyaratkan (Kirkpatrick & Misbah, 2022).

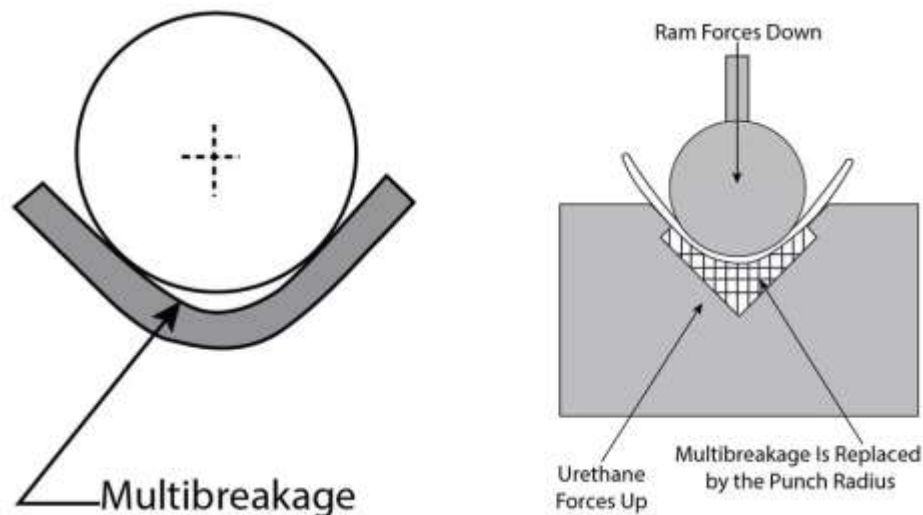
2.3.4. *Kerfing Method* (Metode Sayatan)



Gambar 2.13 *Kerfing Method* (Fitz, 2023)

Kerfing method merupakan teknik pembengkokan material yang bekerja dengan cara membuat sejumlah sayatan atau celah secara berulang dan teratur pada permukaan bahan, sehingga kekakuan strukturalnya berkurang dan bahan tersebut menjadi lebih mudah dibentuk sesuai lengkungan yang diinginkan. Sayatan-sayatan ini tidak memotong bahan secara penuh, melainkan hanya mengurangi sebagian ketebalannya agar fleksibilitas meningkat. Teknik ini sering diterapkan pada material seperti kayu, akrilik, maupun logam (pipa) tipis terutama ketika proses pembengkokan konvensional sulit dilakukan. Dengan pendekatan ini, bahan yang pada dasarnya keras dan kaku dapat dibentuk tanpa perlu diganti dengan material lain, sehingga proses fabrikasi menjadi lebih efisien tanpa mengorbankan bentuk akhir yang diinginkan (Cheng, 2024).

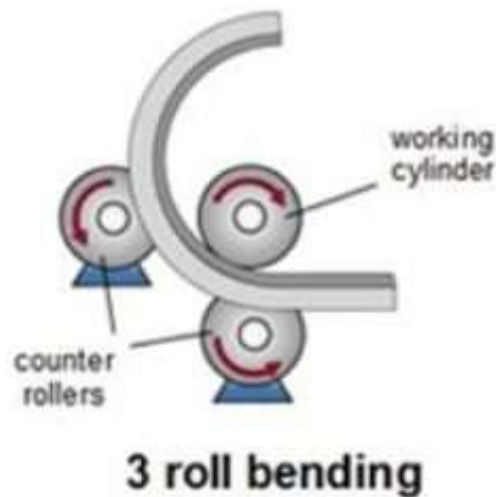
2.3.5. *Ram Bending*



Gambar 2.14 *Ram Bending* (Benson, 2025)

Ram bending merupakan teknik pembengkokan pipa yang bekerja dengan cara menempatkan pipa di antara dua penahan sebagai titik tumpuan, kemudian sebuah batang penekan mendorong bagian tengah pipa secara perlahan hingga membentuk sudut tekukan yang diinginkan. Metode ini tergolong sederhana dan mudah diaplikasikan, namun memiliki kelemahan yang cukup signifikan yaitu terjadinya perubahan bentuk pada penampang pipa. Pipa yang semula berpenampang bulat sempurna dapat berubah menjadi oval akibat tekanan yang diberikan selama proses pembengkokan berlangsung. Hal ini menjadi pertimbangan penting, terutama ketika bentuk penampang pipa merupakan faktor kritis dalam suatu aplikasi teknik tertentu (Nurdin dkk., 2021).

2.3.6. Metode Roll Bending (Pembengkokan Gulungan)



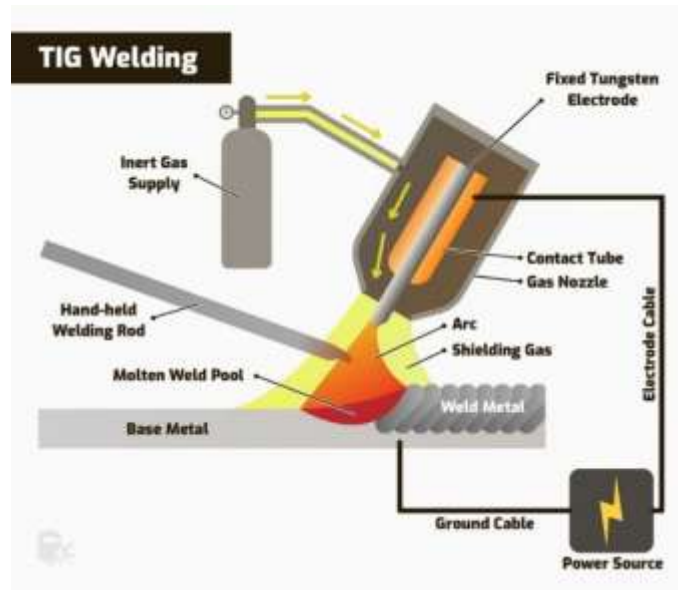
Gambar 2.15 Roll Bending (Gao at, 2023)

Metode *roll bending* dipilih dalam pembuatan rangka *minibike* karena pipa baja penyusun rangka perlu dibentuk sesuai desain. Proses ini dilakukan dengan metode pengerjaan dingin yang lebih praktis sekaligus mampu mempertahankan sifat mekanik material. Melalui *roll bending*, pipa dibentuk menjadi lengkungan dengan radius tertentu seperti pada *frame* utama dan dudukan mesin tanpa mengurangi kekuatan material secara signifikan. Agar lengkungan yang dihasilkan seragam, parameter seperti tekanan rol dan jarak antar rol harus diatur dengan tepat. Pipa yang telah dibentuk kemudian disambungkan melalui proses pengelasan hingga membentuk rangka *minibike* secara utuh. Metode ini dipilih karena menghasilkan kekuatan rangka yang lebih baik dibandingkan metode penekukan pipa lainnya. Dengan mempertimbangkan aspek biaya, kemudahan pengerjaan, dan kualitas hasil bengkokan, metode *roll bending* menjadi pilihan yang paling dipilih dan sesuai untuk diterapkan dalam pembuatan rangka *minibike* ini (Sufiyanto dkk., 2022).

2.4. Metode Penyambungan (Pengelasan)

Dalam pembuatan *minibike* ada beberapa metode penyambungan pipa, yaitu antara lain:

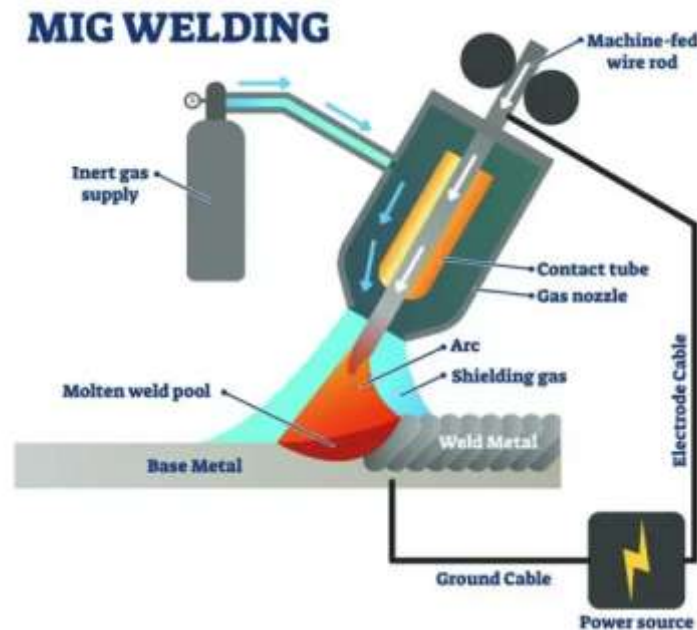
2.4.1. Tungsten Inert Gas / GATW (Pengelasan TIG)



Gambar 2.16 Tungsten Inert Gas (Grill, 2024)

Pengelasan *TIG* (*Tungsten Inert Gas*) merupakan teknik pengelasan yang menggunakan elektroda *tungsten* sebagai komponen utamanya. Berbeda dengan elektroda pada umumnya, elektroda *tungsten* bersifat tidak habis pakai sehingga dapat digunakan secara berulang. Elektroda ini berfungsi menghasilkan busur panas yang diarahkan ke logam dasar hingga logam tersebut meleleh dan membentuk kolam las. Kolam las yang terbentuk kemudian mengalami pendinginan secara bertahap, proses inilah yang dikenal dengan istilah solidifikasi. Hasil lasan yang telah mengeras pun tidak serta-merta memiliki sifat yang sama dengan logam dasarnya karena struktur maupun karakteristik mekanisnya cenderung berubah selama proses solidifikasi berlangsung (Amat & Luthfi, 2023).

2.4.2. *Metal Inert Gas / GMAW* (Pengelasan MIG)



Gambar 2.17 *Metal Inert Gas* (Marc, 2024)

Las *MIG* (*Metal Inert Gas*) merupakan salah satu metode pengelasan busur yang cukup populer digunakan dalam dunia industri maupun fabrikasi. Metode ini menggunakan elektroda terumpan, yaitu elektroda yang habis terpakai selama proses pengelasan berlangsung. Selain itu, las *MIG* memanfaatkan gas mulia seperti Argon, Helium, atau kombinasi keduanya sebagai pelindung area pengelasan. Gas tersebut dialirkan secara terus-menerus ke area lasan guna melindungi logam las dan elektroda yang sedang meleleh dari paparan udara luar, yang mengandung unsur-unsur seperti oksigen dan nitrogen. Kedua unsur tersebut berpotensi mencemari hasil lasan dan menurunkan kualitas sambungan yang terbentuk. Oleh karena itu, dengan adanya perlindungan gas ini, hasil pengelasan menjadi lebih bersih dan berkualitas baik (Khusaini dkk., 2021).

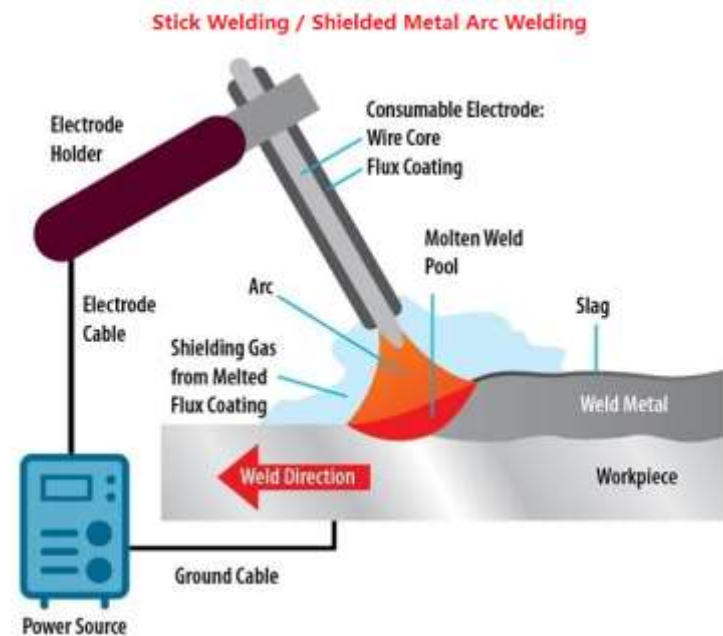
2.4.3. *Brazing* (Pengelasan Kuningan)



Gambar 2.18 *Brazing* (Wahyudi, 2021)

Mematri atau *brazing* merupakan teknik penyambungan logam yang dilakukan dengan cara memanaskan area sambungan dan menggunakan logam pengisi sebagai material pengikat antara dua logam yang akan disambung. Berbeda dari pengelasan konvensional, teknik ini tidak melelehkan logam induknya hanya logam pengisi yang mencair dan mengalir mengisi celah sambungan. Yang menarik, sambungan yang dihasilkan dari teknik ini justru terbukti lebih kuat dibandingkan logam dasarnya sendiri. Pada logam non-besi maupun baja, ketahanan sambungan terhadap gaya tarik yang dikerjakan dengan benar tercatat lebih besar dibandingkan kekuatan logam yang disambung. Hal ini menunjukkan apabila proses mematri dilakukan dengan tepat dan cermat, sambungan yang dihasilkan mampu menahan beban tarik yang cukup besar dalam berbagai aplikasi teknik (Setyoko dkk., 2023).

2.4.4. SMAW / Stick Welding (Pengelasan Busur Listrik)



Gambar 2.19 *Shielded Metal Arc Welding* (Leadrp, 2023)

Pengelasan *SMAW* (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan metode penyambungan logam yang memanfaatkan panas dari busur listrik dan elektroda sebagai bahan pengisi. Elektroda menghasilkan busur panas sekaligus berfungsi mengisi sambungan. *Flux* pada elektroda menghasilkan gas pelindung untuk mencegah oksidasi pada logam cair, sementara *slag* melindungi logam selama proses pendinginan berlangsung. Dalam pembuatan rangka *minibike*, setiap bagian seperti rangka utama, dudukan mesin, rangka belakang, dan penopang roda disusun lalu disambungkan menggunakan metode *smaw* setelah pipa dibentuk melalui proses *bending*. Kualitas pengelasan sangat menentukan kekuatan rangka kendaraan. Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan aspek biaya, kemudahan pengerjaan, dan kekuatan sambungan yang dihasilkan, metode *smaw* menjadi pilihan yang paling tepat dalam proses pembuatan rangka *minibike* ini (Purwanto dkk., 2023).

2.5. Toleransi

Sifat penggunaan toleransi	KW.IT	Besarnya Toleransi (micron)
• Untuk alat ukur • Optik • Instrumen	IT 01	$0,3 + 0,008 \cdot D$
	IT 00	$0,5 + 0,012 \cdot D$
	IT 1	$0,8 + 0,020 \cdot D$
	IT 2	Antara IT 1 sampai dengan IT 5

Sifat penggunaan toleransi	KW.IT	Besarnya Toleransi (micron)
(untuk pekerjaan-pekerjaan sangat teliti)	IT 3	
	IT 4	
• Untuk pekerjaan pemesinan • Pekerjaan sangat teliti dan biasa.	IT 5	7 <i>i</i>
	IT 6	10 <i>i</i>
	IT 7	16 <i>i</i>
	IT 8	25 <i>i</i>
	IT 9	40 <i>i</i>
	IT 10	64 <i>i</i>
	IT 11	100 <i>i</i>
• Untuk pekerjaan-pekerjaan kasar. Misalnya pemotongan, pengecoran dan semcamnya.	IT 12	160 <i>i</i>
	IT 13	250 <i>i</i>
	IT 14	400 <i>i</i>
	IT 15	640 <i>i</i>
	IT 16	1000 <i>i</i>

Gambar 2. 20 Tabel Toleransi (Komaro dkk., 2016)

Proses permesinan pada dasarnya selalu menyisakan penyimpangan kecil akibat keterbatasan mesin maupun alat ukur, sehingga toleransi hadir sebagai batas penyimpangan yang masih diperbolehkan tanpa mengganggu fungsi komponen, yaitu selisih antara ukuran maksimum dan minimum dari suatu ukuran acuan yang disebut ukuran dasar. Industri manufaktur menggunakan sistem *IT* (*International Tolerance*) sesuai *ISO 286* sebagai standar internasional penentuan besaran toleransi, yang terbagi dalam 18 tingkatan mulai dari IT 01, IT 0, hingga IT 1 sampai IT 16, dimana semakin tinggi angka levelnya, semakin besar toleransi yang diizinkan. Pembuatan rangka *minibike* pada penelitian ini dikategorikan sebagai pekerjaan kasar non-permesinan karena prosesnya berupa pemotongan material dan pengelasan, sehingga berada pada rentang IT 12 hingga IT 16 dengan nilai toleransi umum berkisar ± 2 mm, disesuaikan dengan ukuran nominal pada masing-masing bagian rangka yang dikerjakan (Santoso, 2013).