

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1. Proses Pengerolan

Pengerolan ialah sebuah proses pembentukan yang dilakukan dengan cara menjepit lembaran logam antara dua rol. Dalam konteks ini, terdapat rol penekan dan rol utama yang berputar berlawanan arah, yang mengakibatkan pergerakan dan pemampatan lembaran logam. Proses pergerakan tersebut menyebabkan lembaran logam bergerak secara linier melalui rol pembentuk yang terletak di bawah jalur pergerakan lembaran logam. Akibatnya, lembaran logam tertekan dan mengalami pembengkokan. Ketika lembaran logam yang dimasukkan melalui rol pembentuk dalam kondisi pembengkokan yang sama, radius yang terbentuk akan selalu konsisten, menghasilkan jari-jari lingkaran pengerolan yang merata dan seragam. Pengerolan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu manual dengan memutar poros spindle menggunakan tangan operator, atau secara elektrik di mana pemutaran rol penekan dilakukan melalui tenaga dari motor listrik.

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, Diga Rahmat (2015) menyimpulkan beberapa hal. Diagram kerja dari mesin roll bending terdiri dari diagram kerja rangka dan komponennya, diagram kerja slide dan komponennya, diagram kerja poros geser dan poros tetap, diagram kerja matras rol, serta diagram kerja sistem transmisi. Dimensi keseluruhan mesin roll bending adalah 422 x 538 x 860 mm. Penggerak utamanya adalah motor listrik AC 1 fase 1HP 1400 rpm, dengan mekanisme penekan menggunakan dongkrak hidrolik. Sistem transmisinya menggunakan kotak roda gigi reduser 1:60, dua buah sprocket rs 40 (36:36), dua buah sprocket (17:25), rantai rs 40 dan rs 50. Kecepatan putaran mesin pada akhirnya adalah 15,30 rpm (Diga Rahmat Novandra, 2015).

Dari hasil pengujian mesin, didapatkan hasil proses pengerolan pada kawat galvanis dengan diameter 1 inci dan panjang awal 580 mm, menghasilkan radius minimum 195 mm dengan waktu 20 menit. Demikian pula, pada kawat galvanis diameter 1,5 inci dan panjang awal 1200 mm, radius minimum yang tercapai adalah 980 mm dengan waktu 30 menit. Pada kawat kotak dengan ukuran 22 x 22 mm dan panjang awal 1000 mm, radius minimum yang terbentuk adalah 908 mm dengan waktu 15 menit. Gambar 4 menunjukkan mesin rol *bending*.



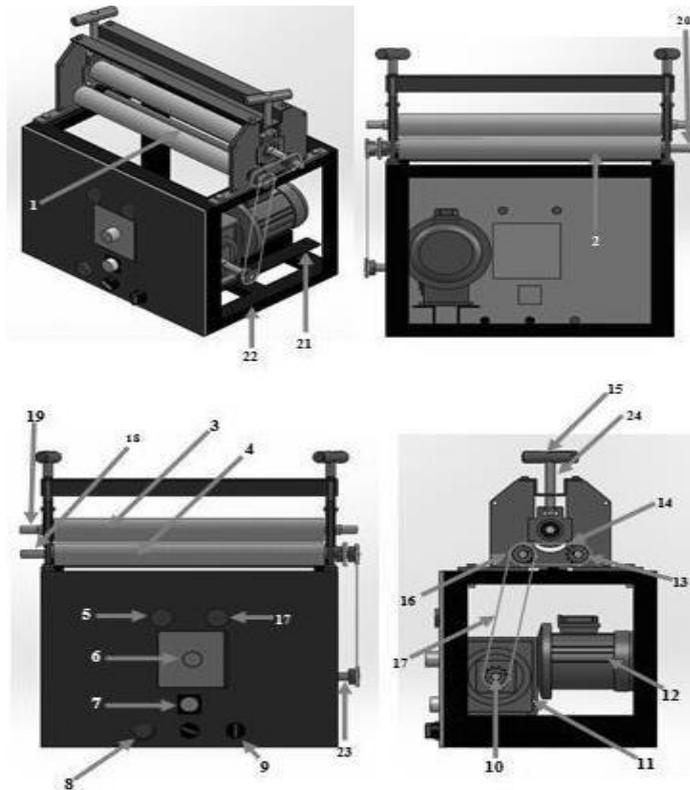
Gambar 4. Gambar rol bending

Mesin pengerol (*Rol Bending*) yang dimiliki oleh Diga Rahmat dan timnya beroperasi dengan menggunakan motor listrik sebagai penggerak, yang kemudian dihubungkan dengan perangkat pengurang kecepatan (*reducer*). *Reducer* ini bertugas menghubungkan gerakan dari motor ke kotak roda gigi (*gear box*) yang berfungsi untuk menggerakkan poros sebelah kiri dan kanan. Selanjutnya, untuk menggerakkan poros tengah, digunakan sistem hidrolik yang beroperasi dari bagian atas, bertujuan untuk mengatur pergerakan naik dan turun poros selama proses pengerolan.

Sementara itu, dari penelitian yang dilakukan oleh Alfau Fauzi dan rekan-rekannya, dalam rancang bangun mesin pengerol (*Rol Bending*) khusus untuk bahan akrilik, ditemukan hasil bahwa proses pembengkokan akrilik memerlukan gaya sebesar 51,6 N dan daya sebesar 0,17 HP. Oleh karena itu, motor yang digunakan adalah motor AC dengan daya 0,5 HP dan kecepatan putaran 1500 rpm, dengan penggunaan *gear box ratio* 1:50. Sistem transmisi yang digunakan adalah menggunakan rantai dan *sproket* dari *reducer* ke poros pengerol, dengan ukuran rantai no. 40, diameter dalam sproket 57,7 mm, dan jumlah gigi 14. Poros yang digunakan pada rol terbuat dari bahan AISI 1045 (besi S45C) dengan diameter 20 mm dan panjang 728 mm. Tipe *bearing* yang diterapkan pada poros rol adalah tipe *Single Row Ball Bearing* dengan diameter dalam 20 mm dan diameter luar 40 mm.

Untuk pasak, digunakan *square key* dengan dimensi W x H x L (50x7x7) mm (Alfan Fauzi, 2015).

Dalam uji coba mesin pengerol akrilik, ditemukan bahwa proses membentuk setengah silinder akrilik dengan diameter 30 cm memerlukan waktu sekitar 15 menit. Mesin pengerol yang dimiliki oleh Alfan Fauzi dan timnya beroperasi dengan menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga, yang kemudian dihubungkan dengan perangkat pengurang kecepatan (*reducer*). *Reducer* ini menghubungkan gerakan motor ke kotak roda gigi (*gear box*) yang bertugas menggerakkan poros sebelah kiri dan kanan. Untuk mengatur pergerakan naik dan turun poros tengah, digunakan sistem ulir yang beroperasi dari bagian atas mesin, yang berfungsi dalam proses pengerolan. Gambar 5 Mesin Rol Bending karya Alfan Fauzi.



Gambar 5. Mesin rol bending

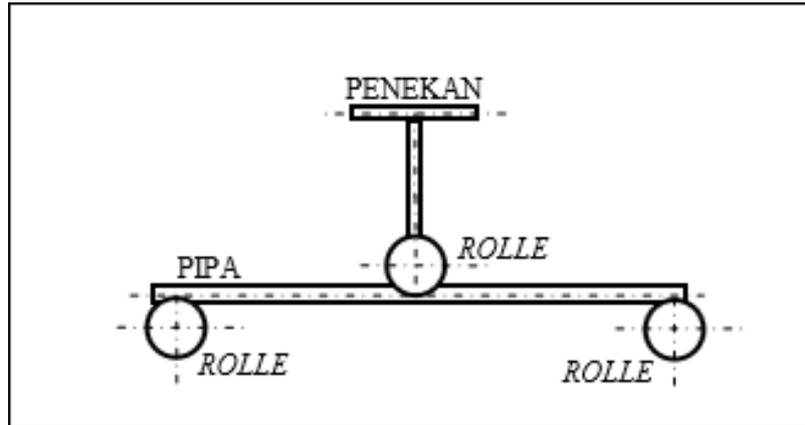
Mesin pengerol (*Rol Bending*) yang dimiliki oleh tim peneliti yang dipimpin oleh Alfan Fauzi beroperasi dengan prinsip kerja dimana motor listrik digunakan sebagai sumber daya penggerak mesin. Motor ini kemudian terhubung dengan perangkat pengurang kecepatan (*reducer*) yang bertujuan untuk mengatur kecepatan gerakan. Dari *reducer*, tenaga kemudian disalurkan ke dalam kotak roda

gigi (*gear box*) yang berfungsi menggerakkan poros di bagian kiri dan kanan. Sebagai alternatif, poros tengah dikendalikan menggunakan ulir yang beroperasi dari bagian atas mesin, berperan penting dalam mengatur pergerakan naik dan turun poros selama proses pembengkokan.

## 2.2. Proses *Bending*

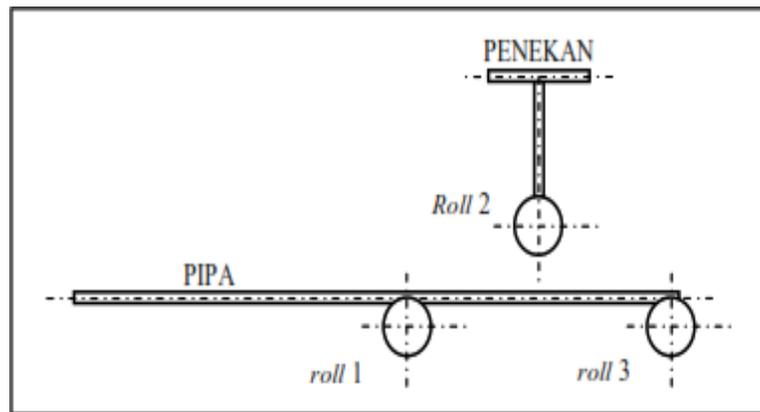
Proses *Bending* merupakan salah satu proses pembengkokan yang dilakukan dengan cara menjepit di antara dua rol, dimana konfigurasi ini melibatkan roll penekan dan rol utama dengan sumbu pivot pada bantalan terbalik, memungkinkan untuk menjepit dan menggerakkan sumbu. Sumbu yang bergerak lurus melewati roll, dengan rol bagian bawah ditempatkan di bawah sumbu poros perluasan, menyebabkan garis yang terjepit menjadi berputar dan melengkung. Setiap kali garis yang tertanam melewati roll pemampatan dalam kondisi lentur yang sama, rentang yang dibatasi oleh bingkai pembengkokan menjadi setara, menghasilkan gerakan sapuan lingkaran yang bergerak dengan seragam dan terdistribusi merata. Gerakan itu sendiri harus dimungkinkan dengan memutar sumbu secara listrik, di mana pekerjaan untuk memutar roll pemampatan dilakukan secara listrik melalui daya mesin listrik (Mardalil, 2016).

Proses pembengkokan melibatkan dua komponen gaya, yaitu gaya tarik dan tekan pada kawat. Selama proses ini, kawat mengalami peregangan, netral, dan pengkerutan di area yang mengalami deformasi plastis atau perubahan bentuk. Peregangan ini mengakibatkan penambahan panjang pada pelat. Pada area netral, tidak ada perubahan yang terjadi, sehingga kawat tidak mengalami penambahan panjang atau pengkerutan. Sementara itu, bagian dalam yang tersisa mengalami perubahan karena mengalami tekanan, yang mengakibatkan pengkerutan dan peningkatan ketebalan, akibat gaya tekan yang bekerja pada kawat. Gambar 6 menunjukkan pengerol kawat.



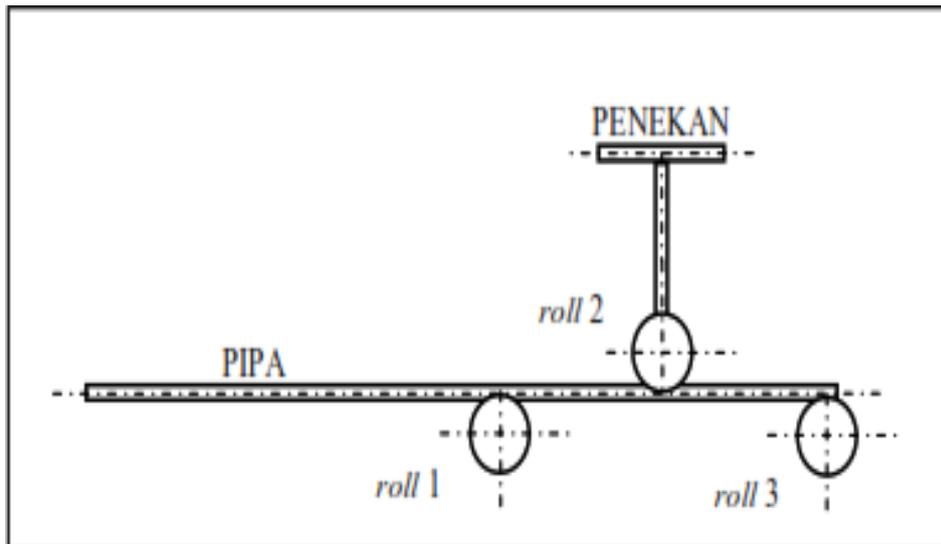
Gambar 6. Pengerol kawat

Kemudian kawat melewati rol 2 yang berada ditengah sampai berada di atas rol 3. Pada posisi kawat ini harus benar benar berada ditengah dari rol 1 dan rol 3. Ditunjukkan pada Gambar 7.

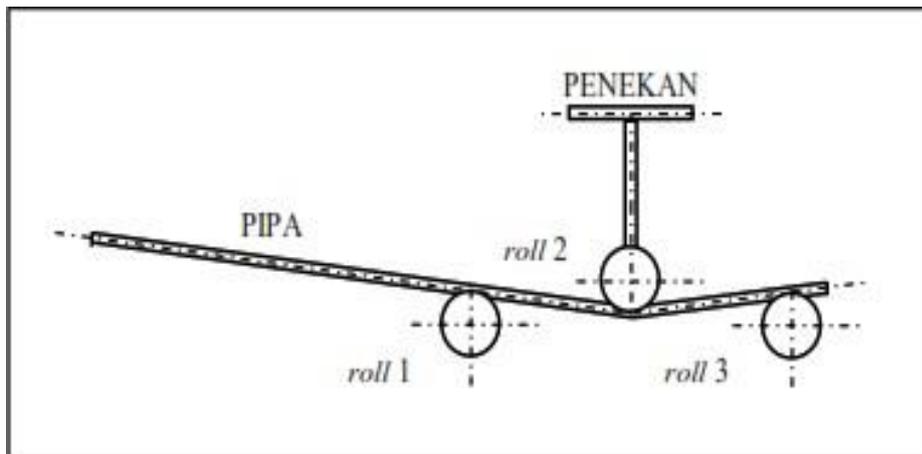


Gambar 7. Kawat berada diatas roler 1 dan roler 3

Selanjutnya penggerak atau penekan diturunkan sampai menyentuh kawat dan diputar sehingga terjadi bending di titik rol 2. Gambar 8 menunjukkan penggerak sampai menyentuh kawat dan Gambar 9 menunjukkan penekanan diputar 1 (satu) kali putaran.



Gambar 8. Penggerak sampai menyentuh kawat



Gambar 9. Penekan diputar 1 kali putaran

Ketika motor listrik dihidupkan, putaran motor akan dipindahkan melalui kopel yang terhubung dengan perangkat pengurang kecepatan (*reducer*). Selanjutnya, dari *reducer*, energi tersebut akan disalurkan melalui *sprocket* dan rantai ke poros. Ketika poros berputar, gerakan ini akan ditransmisikan ke poros lain melalui penyambung pada gigi dan poros yang berada dalam satu kesatuan, sehingga kawat akan mengikuti gerakan tersebut, baik ke arah kanan maupun kiri. Proses ini berlanjut hingga ujung kawat mencapai posisi yang diinginkan pada rol pertama. Setelah itu, motor listrik dimatikan, dan kemudian dihidupkan kembali dengan putaran berlawanan sehingga kawat akan bergerak dari kiri ke kanan. Proses

ini dilakukan berulang-ulang untuk mencapai kelengkungan yang sesuai dengan kebutuhan.

Adapun berbagai metode dalam proses penekukan meliputi:

a. Metode *Bending Ram*

Metode ini umumnya diterapkan untuk membentuk lengkungan besar pada logam yang mudah lentur. Dalam pendekatan ini, plat atau kawat ditekan pada dua titik eksternal, sementara sebuah alat pendorong (ram) mendorong pada pusat besi atau poros untuk menekuknya. Proses ini cenderung menghasilkan bentuk oval baik di bagian dalam maupun luar dari lengkungan yang dibentuk.

b. Metode *Bending Rotary Draw*

Digunakan untuk membengkokkan logam yang lebih keras, seperti besi pegangan tangan. Metode *Bending Rotary Draw* melibatkan penggunaan dua cetakan: cetakan bending stasioner dan cetakan bending dengan diameter tetap untuk membentuk lengkungan. Pendekatan ini cocok digunakan ketika plat atau kawat harus memiliki diameter konstan di sepanjang panjangnya.

c. Metode *Bending Compression*

Selain penggunaan cetakan seperti pada metode *rotary bending*, metode ini melibatkan penggunaan dukungan fleksibel yang menyesuaikan diri dengan bentuk logam untuk memastikan tidak terjadi kerusakan pada bagian dalam logam.

d. Metode *Bending Roll*

Diterapkan ketika diperlukan pembentukan lengkungan besar pada logam, sering digunakan dalam konstruksi. Metode *Bending Roll* menggunakan tiga roller yang diposisikan membentuk segitiga pada satu poros, bertujuan untuk mendorong dan membengkokkan logam.

e. Metode *Bending Panas*

Sistem ini sering digunakan dalam proses perbaikan, di mana logam dipanaskan di daerah yang akan ditekuk sehingga menjadi lebih lunak dan dapat ditekuk dengan mudah.

### 2.3. Kawat Galvanis

Kawat galvanis merupakan salah satu produk logam yang memiliki peran penting dalam berbagai sektor industri, konstruksi, dan permesinan. Kawat galvanis dibuat melalui proses pelapisan dengan lapisan *zinc* (seng) untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan oksidasi. Proses galvanisasi ini melibatkan pembebanan zinc pada permukaan kawat melalui proses elektrokimia atau metode hot-dip galvanizing (Nugroho, 2017).

Penggunaan kawat galvanis sangat luas, terutama dalam industri konstruksi untuk pembuatan rangka, pagar, dan komponen struktural lainnya. Dalam aplikasi tersebut, kawat galvanis harus mampu menghadapi beban mekanis dan lingkungan yang berpotensi menyebabkan korosi. Oleh karena itu, kualitas lapisan galvanis dan sifat mekanis kawat galvanis menjadi faktor kunci dalam menentukan kinerja dan masa pakai produk (Xue, 2020).

Karakteristik lapisan galvanis pada kawat juga memainkan peran penting dalam aplikasi yang memerlukan tahanan korosi yang tinggi. Penelitian oleh Ramadhan et al. (2018) mengungkapkan bahwa ketebalan dan homogenitas lapisan galvanis berkontribusi terhadap kemampuan kawat galvanis dalam melawan korosi, terutama dalam kondisi lingkungan yang lembap atau asam (Ramadhan, 2018). Selain ketahanan korosi, sifat mekanis kawat galvanis juga menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan material. Studi oleh Prasetyo et al. (2019) menyoroti pengaruh lapisan galvanis terhadap kekuatan tarik, keuletan, dan kekerasan kawat galvanis. Hasil penelitian ini memberikan informasi penting bagi industri yang membutuhkan kawat galvanis dengan sifat mekanis yang optimal (Prasetyo, 2019).

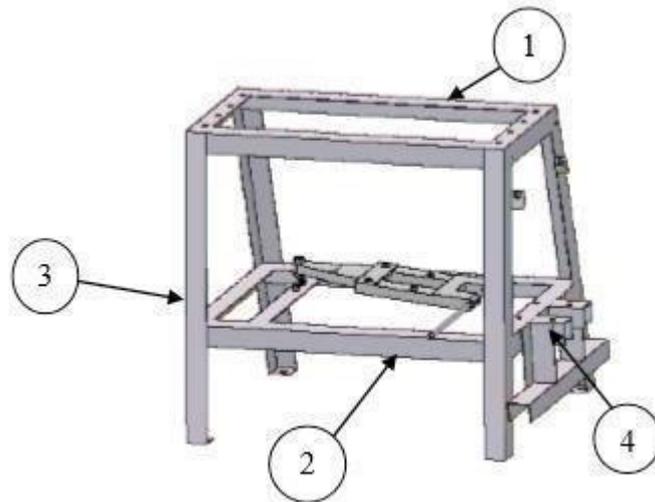
Penerapan kawat galvanis juga melibatkan berbagai aspek proses manufaktur, termasuk proses pengerolan. Proses ini dapat mempengaruhi struktur mikro dan sifat mekanis kawat galvanis. Penelitian oleh Haryanto et al. (2021) menginvestigasi pengaruh proses pengerolan terhadap struktur mikro dan kekerasan kawat galvanis. Hasil penelitian ini memberikan wawasan tentang optimasi proses pengerolan untuk mencapai sifat mekanis yang diinginkan (Haryanto, 2021). Selain itu, keberlanjutan dan dampak lingkungan dari produksi kawat galvanis juga menjadi perhatian. Banyak penelitian yang berfokus pada pengembangan teknik galvanisasi yang ramah lingkungan, seperti penggunaan

elektrolit berbasis ramah lingkungan dan pengurangan limbah yang dihasilkan selama proses galvanisasi (Hidayat, 2020).

Pengembangan kawat galvanis juga berhubungan dengan inovasi material yang melibatkan campuran logam atau bahan tambahan. Penelitian oleh Setiawan (2017) membahas pengaruh penambahan logam nikel pada lapisan galvanis terhadap sifat korosi dan mekanis kawat galvanis. Temuan ini memberikan potensi untuk meningkatkan kualitas dan kinerja kawat galvanis melalui modifikasi material. Selain faktor-faktor teknis, aspek ekonomi juga menjadi pertimbangan dalam produksi dan penggunaan kawat galvanis. Kajian ekonomi dalam produksi kawat galvanis dapat membantu industri dalam pengambilan keputusan mengenai efisiensi produksi, biaya, dan kualitas produk. Kawat galvanis merupakan komponen penting dalam berbagai aplikasi industri dan konstruksi. Kualitas lapisan galvanis, sifat mekanis, dan aspek proses manufaktur mempengaruhi kinerja dan keberlanjutan kawat galvanis. Penelitian-penelitian sebelumnya telah memberikan wawasan yang berharga dalam pengembangan dan penerapan kawat galvanis untuk berbagai kebut (Setiawan, 2017).

#### 2.4. Mesin Rol

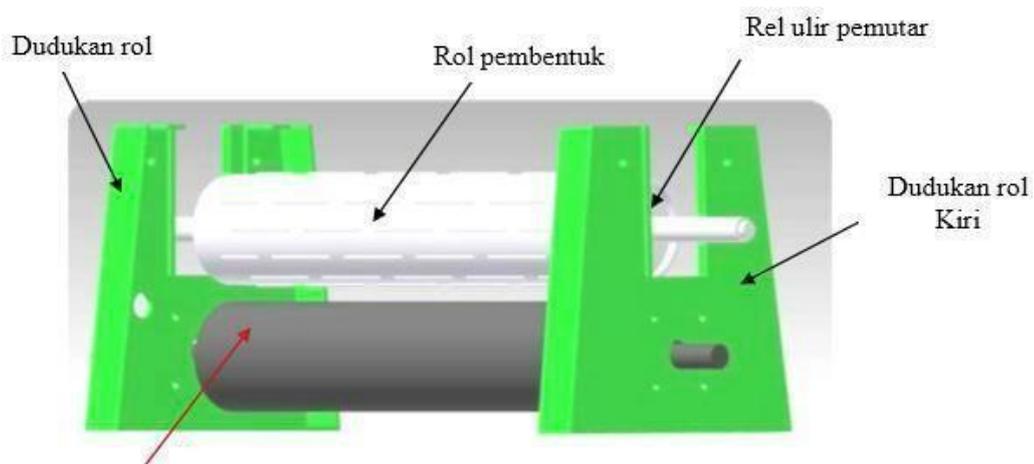
Dalam ranah rekayasa, mesin pengerol plat telah diperbincangkan secara luas dalam berbagai publikasi ilmiah di bidang teknik mesin serta dijelaskan oleh sejumlah produsen yang menghasilkan mesin pengerol plat. Sebagai contoh, Wibowo (2011) telah mengkaji desain pembuatan rangka pada mesin rol plat yang menggunakan penggerak listrik. Rangka mesin rol ini memiliki peranan penting dalam menopang komponen-komponen mesin serta menahan gaya-gaya yang timbul saat mesin beroperasi, sehingga mampu mendukung efisiensi dan efektivitas kerja mesin rol. Rangka tersebut terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk rangka atas sebagai penyangga roll, rangka bawah sebagai penopang motor penggerak, kaki-kaki rangka sebagai penyangga keseluruhan mesin, dan dudukan reducer yang berfungsi sebagai tempat pemasangan *reducer*. Konstruksi rangka mesin ini diilustrasikan dalam Gambar 10 (Wibowo Y. April, 2011).



Gambar 10. Rangka mesin pengerol plat

Proyek akhir tersebut membuktikan bahwa mesin pengerol plat ini mampu mengatasi getaran dan rangka tidak mengalami pergeseran selama operasi mesin, serta mampu menahan beban yang dihasilkan oleh komponen lain (Wibowo Y. April, 2011).

Selain itu, Risantoro (2012) telah melakukan penelitian mengenai pembuatan dudukan rol pada mesin rol plat yang menggunakan penggerak listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dudukan yang dapat mengerol plat aluminium dengan ketebalan 1 mm. Gambar 11 menunjukkan dudukan rol penggerak elektrik.



Gambar 11. Dudukan rol plat penggerak elektrik

Dudukan rol ini berfungsi sebagai tempat poros rol pembentuk dan poros rol landasan. Ukuran serta bentuk dudukan rol ini penting dalam menjaga integritas plat selama proses pengerolan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dudukan rol

yang dirancang mampu mengatasi getaran dan mampu beroperasi secara efektif sesuai dengan fungsinya (Risantoro S, 2012).

Dalam upaya mendukung industri UKM, Rohim dan Yunus (2015) mengembangkan mesin pengerol plat bergelombang. Mesin ini memiliki dimensi dan spesifikasi tertentu, termasuk kapasitas untuk mengerol plat dengan ketebalan 0,5 mm dan lebar 300 mm. Motor listrik digunakan sebagai sumber daya utama, dan sistem transmisi menggunakan speed reducer atau gear box untuk mengurangi putaran motor dan mengatur kecepatan rol (Rohim .M. & Yunus, 2015). Gambar 12 Mesin pengerol plat bergelombang.



Gambar 12. Mesin pengerol plat bergelombang

## 2.5 Pelumas

Pelumas merupakan salah satu komponen penting dalam berbagai industri, termasuk dalam proses manufaktur dan permesinan. Pelumas memiliki peran krusial dalam mengurangi gesekan dan keausan antara permukaan material yang bergerak, sehingga membantu memperpanjang umur pakai komponen dan meningkatkan efisiensi operasional. Salah satu jenis pelumas yang umum digunakan adalah pelumas WD-40 (Ito, 2019).

Pelumas WD-40, yang awalnya dikembangkan oleh perusahaan *Rocket Chemical Company* pada tahun 1953, telah menjadi produk yang banyak digunakan

dalam berbagai aplikasi industri dan rumah tangga. WD-40 merupakan singkatan dari "*Water Displacement, 40th formula*," mengacu pada tujuan awal pembuatannya untuk mengusir air dan mencegah korosi pada permukaan logam (WD-40 Company, 2021).

Pelumas WD-40 memiliki sifat melumasi dan pelindung yang efektif terhadap gesekan dan korosi pada berbagai jenis material, termasuk logam. Kandungan utamanya meliputi mineral oil, *solvent*, dan beberapa bahan aditif lainnya yang memberikan sifat antikorosi, penetrasian, dan melumasi. Dalam berbagai aplikasi industri, pelumas WD-40 telah terbukti mampu mengurangi gesekan, mencegah karat, serta melonggarkan komponen yang kaku. Dalam proses pengerolan kawat galvanis, penggunaan pelumas dapat memiliki dampak signifikan terhadap performa mesin dan kualitas produk akhir. Penggunaan pelumas yang tepat dapat membantu mengurangi gesekan antara kawat galvanis dan roller mesin, sehingga mengurangi perubahan struktur material dan meningkatkan efisiensi proses pengerolan (WD-40 Company, 2021).

Namun, meskipun pelumas WD-40 memiliki banyak keunggulan, penggunaannya dalam proses pengerolan kawat galvanis masih memerlukan investigasi lebih lanjut. Belum banyak penelitian yang secara kuantitatif menguji pengaruh pelumas WD-40 terhadap performa mesin pengerol dan kualitas hasil pengerolan kawat galvanis. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lebih mendalam pengaruh penggunaan pelumas jenis WD-40 pada proses pengerolan kawat galvanis. Faktor-faktor seperti pengurangan gesekan, pengaruh terhadap suhu, dan efek terhadap perubahan struktur material akan menjadi fokus utama dalam penelitian ini (Sa'adah, 2017).

Dalam penelitian sebelumnya, beberapa studi telah membahas penggunaan pelumas dalam berbagai proses industri dan manufaktur. Namun, belum banyak literatur yang secara khusus membahas penggunaan pelumas WD-40 pada proses pengerolan kawat galvanis. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai potensi penggunaan pelumas WD-40 dalam meningkatkan efisiensi operasi dan kualitas produk pada mesin pengerol kawat galvanis (Sa'adah, 2017).