

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertambangan merupakan salah satu sektor penting yang membutuhkan alat-alat berat untuk membantu proses penggalian dan pemindahan material. Salah satu alat berat yang sering digunakan di pertambangan adalah *excavator* Komatsu PC2000-8, yang memiliki ukuran besar dan kapasitas kerja tinggi sehingga mampu menunjang kebutuhan operasi tambang skala besar.(Rustanto et al., 2023)

Komatsu PC2000-8 bekerja dengan *swing system*, yang berfungsi sebagai sumber tenaga utama untuk menggerakkan berbagai bagian seperti *boom*, *arm*, *bucket*, *swing*, dan *undercarriage*. Dengan *memanfaatkan fluida* bertekanan tinggi untuk mentransmisikan tenaga agar *excavator* dapat melakukan pekerjaan beban besar dan siklus kerja yang cepat.

Salah satu komponen yang bekerja dalam *swing system* adalah *swing motor*, yang berfungsi menggerakkan rotasi bagian atas mesin, termasuk *cabin*, *boom*, *arm* dan *bucket*. *Motor* ini yang menggerakkan bagian atas *excavator* berputar ke kiri atau kanan sesuai perintah dari operator.(Arfa'i, 2019)

Dalam *swing motor*, terdapat beberapa komponen penting seperti *bearing*, *shaft*, *plat*, *disc*, dan *oil seal*. Agar *swing motor* dapat berfungsi dengan optimal, komponen *oil seal* sangat penting untuk mencegah kebocoran oli *hydraulic* dan menjaga agar sistem tetap tertutup rapat dari kotoran dan debu di lingkungan tambang.(Prabowo, 2021)

Jenis *oil seal* yang digunakan pada *swing motor* adalah *radial lip oil seal*. Pemasangan *oil seal* pada kedudukan *seal swing motor* tidak mudah karena bentuk dan ukuran *oil seal* yang cukup besar serta posisi yang sulit dijangkau Selain itu terdapat tonjolan *drive shaft assembly* yang dapat mengganggu proses *assembly* & pemasangan *oil seal*. Jika pemasangan *oil seal* tidak tepat, bisa menyebabkan

kerusakan, kebocoran bahkan gangguan operasi *excavator* yang berdampak pada produktivitas tambang. (Rustanto et al., 2023)

Dalam proses assembly, setiap pekerjaan harus dilaksanakan sesuai dengan *Standard Operational Procedure* yang tercantum dalam *shop manual*. Namun, pada *shop manual* PC2000-8 Komatsu tidak disediakan *Standard Special Tool* yang secara khusus dirancang untuk mendukung proses pemasangan *oil seal* sesuai standarnya. Kondisi ini menyebabkan teknisi harus menggunakan peralatan konvensional, Sehingga proses pekerjaan mengalami kesulitan dalam melakukan pemasangan *oil seal* ke dalam *swing motor*.

Proses pemasangan sebelumnya dilakukan menggunakan besi batang bekas yang dipukulkan ke arah setiap sisi *oil seal* secara bergantian agar *seal* dapat masuk ke dalam dudukannya. Pemukulan batang besi tersebut tidak efisien dan dapat berpotensi *oil seal* miring sehingga menyebabkan kebocoran dini.

Berkaitan dengan permasalahan tersebut, penulis mempunyai ide untuk membuat sebuah alat khusus atau *special tool* yang dapat memudahkan proses pemasangan *oil seal swing motor*, agar lebih efisien, presisi dan aman tanpa merusak komponen lain. Dengan demikian untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar ahli madya, maka penulis mengambil judul tugas akhir “Rancang Bangun *Special Tool Oil Seal Swing Motor Installer Unit* PC2000-8 Komatsu” Diharapkan setelah dibuatnya *special tool* tersebut, proses perawatan dan perbaikan *excavator* menjadi lebih efektif sehingga umur pakai alat berat dapat diperpanjang dan *downtime* alat berkurang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan dan pembuatan *special tool oil seal swing motor installer*?
2. Bagaimana cara menggunakan *special tool oil seal swing motor installer*?

3. Bagaimana hasil pengujian *special tool oil seal swing motor installer* menggunakan komponen pengganti?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan permasalahan yang di bahas, maka penulis memberikan batasan masalah agar penyajiannya tidak menyimpang terlalu jauh dari tujuan yang diinginkan, sehingga pembahasan yang terdapat dalam karya tulis ini berisi hal-hal yang berkaitan dengan hasil pengamatan lapangan yang dilakukan oleh penulis selama *On Job Training (OJT)* di PT. Petrosea, *Site Petrosea Support Facility* , adapun batasan masalah adalah sebagai berikut:

- a. Simulasi pengujian alat hanya dibuat menggunakan *software Solidworks*.
- b. Pengujian alat dilakukan tanpa *swing motor pc2000-8 komatsu* karena keterbatasan pekerjaan tersebut. Sehingga pengujian alat dilakukan menggunakan alternatif komponen pengganti yang merepresentasikan bentuk dan fungsi dasar komponen *swing motor*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan terdiri atas tujuan:

- A. Mengidentifikasi dan menganalisis kendala teknis dalam proses pemasangan *oil seal* secara manual sebagai dasar pengembangan alat bantu yang lebih efisien dan presisi.
- B. Merancang dan membuat *special tool* yang dapat digunakan untuk membantu pemasangan *oil seal* pada *swing motor* unit PC2000-8 Komatsu secara mekanis.

1.5 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang didapat dari penulisan tugas akhir yaitu adalah sebagai berikut:

- A. Memberikan solusi berupa alat bantu (*special tool*) yang dapat digunakan untuk memasang *oil seal* secara presisi pada *swing motor unit PC2000-8 KOMATSU*.
- B. Menghasilkan desain dan alat *special tool* yang dapat membantu memudahkan pada pekerjaan pemasangan *oil seal*.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan tugas akhir ini di susun menjadi beberapa bagian yaitu:

1. BAB 1: PENDAHULUAN

Pada bagian ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB II: LANDASAN TEORI

Berisi tentang teori-teori dasar yang mencakup pada perpecahan masalah yang ada di karya tulis ini.

3. BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang tanggal dan waktu penelitian, jenis penelitian, metode penelitian, dan lampiran data.

4. BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil dan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

5. BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan.

6. DAFTAR PUSTAKA

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Excavator Komatsu PC2000-8 dilengkapi dengan *swing motor* bertekanan tinggi yang berfungsi untuk memutar superstruktur secara dinamis. *Motor* ini bekerja tanpa henti dalam kondisi ekstrim, sehingga sangat bergantung pada sistem *hydraulic* yang efektif – termasuk pelumasan dan penyegelan yang tepat – untuk menjaga kinerja dan keawetannya (Komatsu, 2016).

Komponen *oil seal* memegang peranan penting dalam sistem tersebut. *Seal* ini mencegah kebocoran oli *hydraulic* dan menjaga agar debu atau air dari lingkungan tidak masuk ke dalam *swing motor* (Kumar, 2015). Penelitian lain menyatakan bahwa kerusakan atau pemasangan *seal* yang tidak presisi dapat menyebabkan kebocoran, menurunnya tekanan, serta kerusakan internal *motor* (MachineryLubrication, 2015).

Pemasangan *oil seal* pada *motor* yang berukuran besar seperti *swing motor* PC2000-8 menghadapi tantangan teknis. Kesalahan sekecil apa pun, misalnya *seal* tidak rata atau miring, dapat menyebabkan kegagalan *seal* (Manufacturing, 2023).

Menurut (Trelleborg, 2019) menunjukkan bahwa tingkat kegagalan *seal* akibat pemasangan yang tidak presisi dapat dikurangi secara signifikan melalui penggunaan *tool* khusus (*special tool*) yang memastikan *seal* terpasang lurus, dengan tekanan merata, dan tidak merusak permukaan dudukan. Sebagai solusi, *special tool* dirancang agar pemasangan *seal* dapat dilakukan dengan tekanan merata dan arah yang lurus, serta menghindari kerusakan pada *seal* atau *housing*.

Dalam *assembly swing motor*, prosedur pemasangan *oil seal* harus menggunakan metode pemukulan dengan *rubber*. Selain itu, ketidaktersediaan alat khusus pada *shop manual* mendorong perlunya perancangan *special tool oil seal installer* yang mampu memastikan pemasangan *seal* secara presisi, aman, dan sesuai dengan standar teknis komponen *swing motor excavator* (ZHEJIANG, 2017)

2.2 Pengertian *Unit* PC2000-8 Komatsu



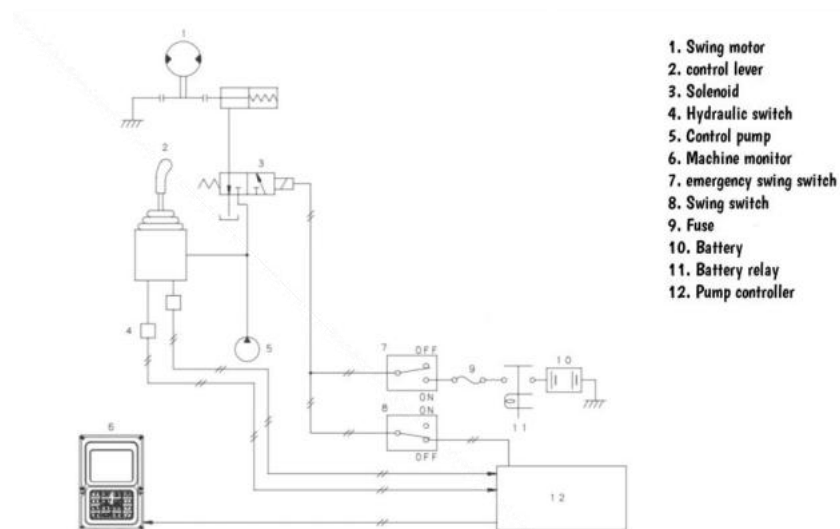
Gambar 2. 1 Excavator PC2000-8 Komatsu

Sumber: KOMATSU-PC2000-8 - MG Machinery, LLC.

Komatsu PC2000-8 adalah *excavator hydraulic* kelas berat yang dirancang untuk keperluan pertambangan skala besar. Alat ini memiliki kapasitas *bucket* besar dan mesin bertenaga tinggi sehingga mampu mengoperasikan pekerjaan penggalian dan pemuatan material dalam *volume* besar secara efisien. *Excavator* ini dilengkapi dengan sistem *hydraulic* canggih yang meningkatkan performa, efisiensi bahan bakar, dan kemudahan perawatan (Komatsu, 2019).

Menurut (Komatsu, 2019) PC2000-8 merupakan salah satu alat berat yang digunakan dalam aktivitas tambang terbuka yang mengedepankan aspek produktivitas dan ketahanan struktur. Dengan berat operasional sekitar 200 ton dan kapasitas *bucket* hingga 12 m³, alat ini sangat sesuai untuk mendukung operasi tambang yang membutuhkan efisiensi dan daya angkut besar.

2.3 *Swing System*



Gambar 2. 2 Swing System KOMATSU

Sumber: Komatsu, 2024

Swing system pada excavator merupakan sistem yang berfungsi untuk menggerakkan bagian atas mesin (*upper structure*) agar dapat berputar terhadap bagian bawah (*undercarriage*). Perputaran ini memungkinkan excavator melakukan aktivitas penggalian, pemindahan material, dan penumpukan tanpa perlu menggeser seluruh mesin. Dengan adanya *swing system*, excavator memiliki fleksibilitas gerakan yang tinggi, sehingga lebih efisien digunakan pada area kerja yang terbatas.

Salah satu komponen utama swing system adalah swing motor. Swing motor biasanya menggunakan tenaga hidrolik untuk menghasilkan putaran yang kemudian diteruskan melalui *gearbox* guna memperbesar torsi. Dalam pengoperasiannya, swing system dirancang untuk menyalurkan tenaga dengan presisi dan tetap menjaga stabilitas excavator. Sistem ini mampu mengendalikan kecepatan putaran sesuai kebutuhan, baik gerakan halus saat posisi material harus tepat, maupun gerakan cepat untuk efisiensi kerja. Dengan kinerja swing system yang baik, produktivitas excavator dapat meningkat secara signifikan (FIRMANDO,R. A. ,2016)

Secara keseluruhan, *swing system* merupakan salah satu elemen vital dalam excavator. Tanpa sistem ini, excavator akan kehilangan fleksibilitasnya dan efisiensi kerja menurun karena harus memindahkan seluruh unit untuk berpindah arah.

2.4 *Swing Motor* Pada PC2000-8 Komatsu



Gambar 2. 2 *Swing Motor* PC2000-8 Komatsu

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Swing motor adalah komponen utama pada *excavator* yang berfungsi untuk memutar bagian atas alat berat (*upperstructure*) secara *horizontal*. Gerakan ini memungkinkan *excavator* untuk memindahkan material dari satu titik ke titik lain tanpa perlu menggerakkan *undercarriage*. *Swing motor* biasanya digerakkan oleh *sistem hydraulic* dan terhubung langsung ke *swing gearbox* serta *swing bearing* yang menghasilkan *torsi* besar.

Menurut (Linyi, 2020) dalam jurnal *Machines* terbitan MDPI, *swing motor* menyumbang sekitar 25–40% dari total konsumsi energi pada *excavator* selama pengoperasian. Ini menunjukkan bahwa sistem *swing* memainkan peran signifikan dalam efisiensi dan performa keseluruhan alat berat. Oleh karena itu, inovasi dalam *sistem swing*, seperti penerapan teknologi *regenerative swing* dan kontrol *hydraulic*

cerdas, menjadi penting untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi kehilangan daya.

2.5 Oil Seal



Gambar 2. 3 Oil Seal Swing Motor PC2000-8

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Oil seal (disebut juga *shaft seal*, *radial lip seal*, atau dalam konteks otomotif sering disebut *seal oli*) adalah komponen mekanis yang digunakan untuk mencegah kebocoran *fluida* (seperti oli atau *grease*) pada sambungan antar bagian bergerak, terutama antara poros yang berputar dan komponen statis. Fungsi utama *oil seal* adalah menjaga pelumasan tetap berada di dalam sistem serta mencegah masuknya kotoran, air, atau debu dari luar.

Menurut (TRACTORS, 2025) *Oil seal* adalah komponen mekanis yang berfungsi untuk mencegah kebocoran *fluida* seperti oli atau *grease* pada sambungan antara bagian yang berputar dan bagian diam, seperti antara poros dan *housing*. Komponen ini memastikan pelumas tetap berada di dalam sistem serta mencegah masuknya kotoran, debu, atau air dari luar. *Oil seal* umumnya terbuat dari material *elastomer* seperti *nitrile rubber* dan dilengkapi dengan pegas (*garter spring*) yang menjaga tekanan bibir *seal* pada permukaan poros. *Oil seal* memiliki peran penting

dalam menjaga kinerja sistem *hydraulic* dan mencegah kegagalan fungsi akibat kebocoran pelumas, yang sering menjadi penyebab utama kerusakan pada sistem *hydraulic excavator*.

2.6 Pemasangan *Oil Seal*

Pemasangan dan mempresisikan *oil seal* dengan benar adalah langkah krusial agar sistem penyegelan bekerja optimal dan tidak mengalami kebocoran. Proses ini dimulai dengan memastikan bahwa komponen tempat *seal* akan dipasang baik itu *shaft* maupun rumah (*housing*) telah benar-benar bersih, dan bebas dari kotoran, karat, atau goresan. Untuk menjamin presisi, *oil seal* harus ditekan ke dalam *housing* dengan alat bantu khusus, seperti palu karet. Oleskan sedikit pelumas yang *kompatibel* pada bagian luar *seal* dan pada bibir dalamnya agar tidak terjadi gesekan kering saat proses pemasangan *oil seal*.(Cnop, 2023)

Selama proses pemasangan, orientasi *oil seal* sangat penting. Bibir utama (*main lip*) harus menghadap ke arah *fluida* yang akan ditahan, sementara jika ada *dust lip*, posisinya menghadap ke luar untuk menangkal kontaminasi. Setelah terpasang, periksa apakah *seal* telah duduk rata dan *flush* dengan *housing*. Dengan menerapkan langkah-langkah ini secara cermat dan presisi, risiko kebocoran akibat pemasangan *oil seal* yang tidak tepat dapat diminimalkan secara signifikan.(Bapp, 2016)

$$\frac{F}{\pi D_o b} \leq \sigma_{allow} \dots\dots\dots (2.1)$$

F = Gaya (N)

π = Konstanta = 3,14

D_o = Diameter luar *oil seal* (mm)

b = Lebar *oil seal* (mm)

σ_{allow} = Tegangan tekan ijin material *oil seal* (MPa)

2.7 Gaya Tekan

Press force atau gaya tekan pemasangan adalah gaya yang diperlukan untuk memasukkan suatu komponen ke dalam bagian lain melalui metoda *press fit* atau *interference fit*. Pada sambungan *interference fit*, ukuran komponen bagian dalam dibuat sedikit lebih besar daripada lubangnya, sehingga terjadi ikatan rapat yang membutuhkan gaya tekan besar untuk pemasangan.

Press force atau gaya tekan yang diperlukan dalam pemasangan *interference fit* merupakan gaya yang bekerja untuk mengatasi tekanan kontak dan deformasi elastis akibat toleransi ukuran yang disengaja antara komponen yang dirangkai. Gaya ini menjadi parameter utama dalam desain sambungan *interference fit* karena menentukan keberhasilan pemasangan serta kapasitas sambungan terhadap beban eksternal. Studi oleh Theingi Nwe dan Monsak Pimsarn (2021) menunjukkan karakteristik gaya *press-fit* dalam sambungan roda-poros kereta api, termasuk bagaimana gaya tersebut berhubungan dengan luasan kontak dan distribusi tegangan pada sambungan.

$$F = \pi \cdot \mu \cdot p \cdot d \cdot l \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

π = Konstanta lingkaran

μ = Koefisien gesekan

p = Tekanan kontak akibat interferensi (Pa)

d = Diameter luar *oil seal* (m)

l = Lebar *oil seal* (m)

2.8 Gaya Tumbukan

Gaya tumbukan atau *impact force* adalah gaya yang muncul ketika dua benda bertabrakan dalam waktu yang sangat singkat, biasanya ditandai oleh perubahan kecepatan yang tiba-tiba. Besarnya gaya ini bergantung pada massa benda, kecepatan sebelum tumbukan, dan durasi kontak selama tumbukan terjadi. Rumus yang umum digunakan untuk menghitung gaya tumbukan menurut (Samuel J. Ling, Jeff Sanny, 2016).

$$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.3)$$

F = Gaya tumbukan (N)

m = Massa benda (kg)

Δv = Perubahan kecepatan (m/s)

Δt = Waktu kontak tumbukan (s)

Semakin singkat waktu tumbukan, semakin besar gaya yang dihasilkan, meskipun energi total yang terlibat tetap sama.

2.9 Rancang Bangun

Rancang bangun adalah suatu metode yang digunakan dalam dunia teknik untuk menciptakan suatu alat, sistem, atau produk baru dengan mengikuti tahapan perancangan hingga pembuatan fisik. Proses ini dimulai dari identifikasi kebutuhan atau permasalahan yang dihadapi, kemudian dilanjutkan dengan merancang solusi melalui gambar teknik, pemilihan bahan, serta proses perakitan hingga pengujian alat. Dengan kata lain, rancang bangun merupakan gabungan antara aspek teoritis dan praktik yang berorientasi pada penyelesaian masalah teknis secara langsung.

Menurut (Sutrisno, 2015), rancang bangun adalah kegiatan merancang dan membangun suatu produk teknik secara terstruktur berdasarkan kebutuhan *spesifik*

pengguna atau sistem. Aktivitas ini biasanya dilakukan melalui pendekatan rekayasa teknik yang mencakup tahapan *konseptual*, desain rinci, *fabrikasi*, serta evaluasi kinerja dari alat atau sistem yang telah dibuat. Oleh karena itu, kegiatan ini menuntut pemahaman mendalam terhadap prinsip dasar mekanika, ilmu bahan, dan teknik manufaktur.

Rancang bangun tidak hanya mengandalkan kreativitas dan pengetahuan teoritis, tetapi juga menguji kemampuan teknis dalam hal keterampilan kerja. Dalam praktiknya, keberhasilan proses rancang bangun sangat dipengaruhi oleh ketepatan dalam membaca kebutuhan, pemilihan teknologi yang sesuai, serta kemampuan dalam merancang struktur yang efisien dan mudah diproduksi. Hasil dari proses ini biasanya berupa alat bantu kerja, sistem kontrol, atau komponen mesin yang memiliki fungsi spesifik untuk menyelesaikan persoalan teknis di lapangan.

Dalam lingkungan pendidikan vokasi dan politeknik, pendekatan rancang bangun banyak digunakan sebagai metode pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), karena mampu mengintegrasikan teori dan praktik secara langsung. Mahasiswa tidak hanya dituntut memahami teori dari buku, tetapi juga harus mampu merancang dan membuat alat yang benar-benar bekerja. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan vokasi, yaitu mencetak lulusan yang terampil dan siap pakai di industri.

Selain itu, rancang bangun juga banyak diterapkan dalam dunia industri dan penelitian terapan. Dalam konteks industri, metode ini digunakan untuk meningkatkan efisiensi produksi, memperbaiki sistem kerja, atau menciptakan alat bantu kerja (*special tools*) yang spesifik dan tidak tersedia di pasaran. Sedangkan dalam penelitian, rancang bangun menjadi dasar dari eksperimen lapangan yang dapat menghasilkan data teknis sekaligus solusi nyata bagi kebutuhan operasional di bidang teknik mesin, otomotif, alat berat, dan manufaktur.

2.10 Pengelasan

Pengelasan adalah proses teknik yang digunakan untuk menyatukan dua buah logam atau lebih menjadi satu kesatuan yang utuh dan permanen dengan cara mencairkan logam dasar, seringkali menggunakan bahan tambah (*filler*), serta energi panas yang dihasilkan dari berbagai sumber seperti busur listrik, gas, atau gesekan. Proses ini sangat penting dalam industri manufaktur karena menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan terhadap beban mekanis. Menurut (Zulfady, 2022), pengelasan adalah "suatu cara untuk menyambung logam dengan jalan mencairkan sebagian logam dasar dan logam pengisi, sehingga menghasilkan sambungan yang *monolit* atau menyatu secara permanen." Artinya, sambungan hasil pengelasan bersifat permanen dan tidak dapat dibongkar tanpa merusak material dasarnya. Oleh karena itu, pengelasan dipandang sebagai salah satu metode penyambungan yang paling efektif dan efisien dalam dunia industri, khususnya dalam pembuatan rangka baja, konstruksi kendaraan berat, dan peralatan mesin.

(Zulfady, 2022) Menyatakan bahwa pengelasan bukan hanya sekadar proses penyambungan logam, tetapi merupakan bagian *integral* dari rekayasa teknik dalam industri modern. Ia menjelaskan bahwa "pengelasan merupakan teknik penyambungan logam yang sangat penting dalam industri manufaktur, konstruksi, perkapalan, dan otomotif karena efisiensinya dalam membentuk sambungan permanen." Hal ini menunjukkan bahwa pengelasan memiliki peran strategis dalam membangun infrastruktur dan alat-alat produksi yang digunakan dalam berbagai sektor industri. Dalam pandangan Suyitno, keberhasilan suatu proses pengelasan tidak hanya ditentukan oleh alat dan teknologi yang digunakan, tetapi juga oleh keterampilan operator, pemahaman terhadap jenis logam, serta parameter proses seperti arus, tegangan, dan kecepatan pengelasan. Pengelasan sendiri terbagi beberapa cara, salah satunya adalah las *fillet*. Berikut, rumus yang untuk menghitung kekuatan sambungan las fillet menurut (Richard G. et al., 2010)

$$SF = \frac{0,4 f_u (0,707 \alpha L)}{F} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana =

SF = Faktor keamanan sambungan las

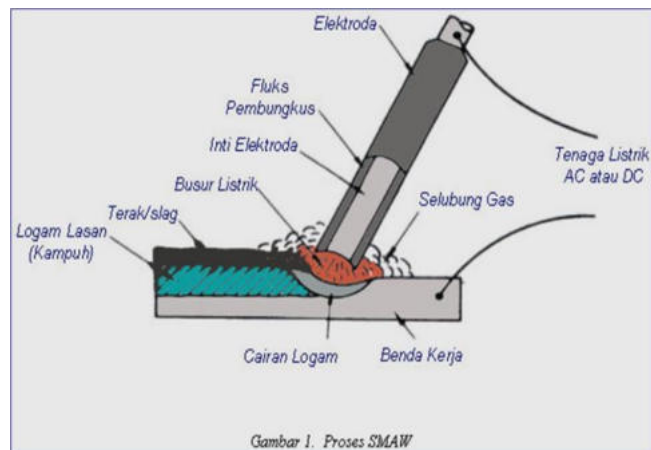
F = Gaya/beban kerja yang bekerja pada sambungan las (N)

α = Ukuran kaki las (mm)

L = Panjang las total (mm)

f_u = Kuat tarik logam las (MPa)

2.11 Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)



Gambar 2. 4 Proses Pengelasan SMAW

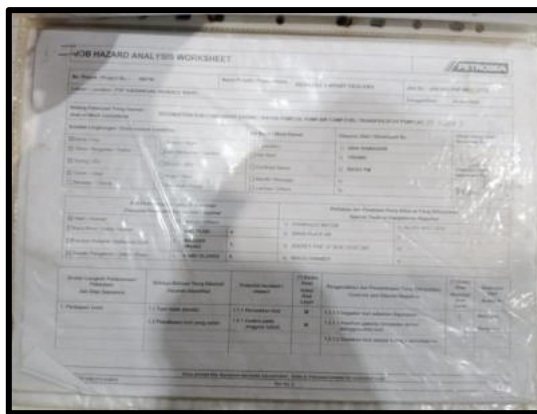
Sumber: Ahmad Bakhori, 2017

Menurut (Ahnad Bakhori, 2017) proses las SMAW adalah “proses penyambungan logam dengan menggunakan elektroda berlapis yang meleleh karena panas busur listrik, di mana busur ini terbentuk antara elektroda dan logam dasar.” Ini menunjukkan bahwa SMAW adalah metode pengelasan yang sederhana secara peralatan, namun tetap memerlukan keterampilan tinggi dari operator untuk menjaga kestabilan busur, posisi pengelasan, serta kualitas sambungan. Karena peralatan las SMAW relatif mudah dibawa dan digunakan di berbagai kondisi lapangan, teknik ini

banyak diaplikasikan pada pekerjaan konstruksi, pemeliharaan (*maintenance*), serta proyek-proyek yang dilakukan di luar ruangan.

Selain itu, *SMAW* sangat cocok untuk pengelasan struktur baja tebal karena mampu menghasilkan penetrasi las yang dalam serta kekuatan sambungan yang tinggi. Ia juga menjelaskan bahwa meskipun proses ini menghasilkan slag yang harus dibersihkan setelah pengelasan, keunggulannya terletak pada kesederhanaan peralatan dan kemampuannya digunakan di lokasi yang sulit dijangkau. *SMAW* juga menjadi dasar pembelajaran bagi banyak pelatihan pengelasan karena prinsip kerjanya mencerminkan proses pengelasan busur lainnya. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai karakteristik busur, jenis *elektroda*, arus listrik, dan teknik pengelasan sangat diperlukan agar hasil las memenuhi standar mutu dan keamanan.

2.12 *JHA (Job Hazard Analysis)*



Gambar 2. 5 *Job Hazard Analysis*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

JHA atau *Job Hazard Analysis* adalah suatu metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang terkait dengan langkah-langkah kerja tertentu, dengan tujuan untuk mengendalikan risiko sebelum pekerjaan dilakukan. Proses ini melibatkan pemecahan suatu tugas kerja ke dalam langkah-langkah individu, lalu dilakukan analisis terhadap setiap langkah untuk mengidentifikasi

bahaya yang mungkin timbul serta menentukan tindakan pengendalian yang sesuai. (Henrich, 1931)

Dalam pekerjaan teknik seperti *assembly*, *JHA* sangat penting karena pekerjaan ini melibatkan pemasangan menyeluruh terhadap komponen, yang berisiko tinggi terhadap kecelakaan kerja seperti terjepit atau cedera akibat benda berat maupun ringan. Dengan menerapkan *JHA* sebelum pekerjaan dimulai, pekerja dan manajer keselamatan dapat merencanakan prosedur kerja yang lebih aman dan meminimalkan potensi insiden.

2.13 Solidworks

SolidWorks adalah perangkat lunak *Computer-Aided Design (CAD)* berbasis *Windows* yang dikembangkan oleh *Dassault Systèmes*. *SolidWorks* digunakan secara luas dalam dunia teknik, khususnya teknik mesin dan manufaktur, untuk merancang model *3D* dari suatu komponen, rakitan (*assembly*), hingga menggambar teknik dalam format *2D*. Dengan *SolidWorks*, para *insinyur* dan *desainer* dapat membuat representasi digital dari suatu produk, melakukan simulasi kinerja, dan menguji kekuatan desain sebelum produk tersebut diproduksi secara fisik.

Solidworks menggunakan pendekatan *parametric design*, yang artinya setiap objek atau model yang dibuat dapat diatur berdasarkan parameter tertentu, seperti ukuran, bentuk, dan hubungan antar komponen. Hal ini memungkinkan proses perubahan desain menjadi lebih efisien dan konsisten. Selain itu, *SolidWorks* juga menyediakan fitur simulasi untuk analisis tegangan, beban, perpindahan panas, serta gerakan mekanis, yang sangat membantu dalam mengevaluasi kelayakan dan performa desain.

Menurut (*Book Engineering Design with SOLIDWORKS 2018 and Video Instruction*, 2018), *SolidWorks* adalah alat desain berbasis fitur yang memungkinkan pengguna membuat bagian (*parts*), rakitan (*assemblies*), dan gambar teknik (*drawings*) dengan pendekatan rekayasa yang sistematis. Perangkat lunak ini

mendukung produktivitas dan kolaborasi tim karena dapat diintegrasikan perangkat lunak lain untuk manajemen proyek dan manufaktur.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan penelitian lapangan (*field research*). Penelitian ini dilakukan berdasarkan pengalaman langsung penulis selama menjalani *On Job Training (OJT)* di PT Petrosea, khususnya di area *Support Facilities*. Selama kegiatan di *workshop*, penulis mengamati proses *assembly* hingga pemasangan *oil seal* ke dalam dudukan *seal swing motor*. Proses perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design (CAD)*, yaitu *SolidWorks*.. Tahap penelitian ini meliputi:

3.1.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap proses pemasangan *oil seal* pada *swing motor* di workshop PT Petrosea. Pengamatan ini mencakup prosedur pengerjaan.

3.1.2 Dokumentasi

Dokumentasi yang diperlukan meliputi foto-foto tentang pengukuran dimensi *oil seal* dan catatan teknis *quality assurance* dari pekerjaan yang dilakukan. Dokumentasi ini digunakan sebagai referensi dalam proses perancangan alat.

3.1.3 Wawancara

Wawancara dengan *supervisor* dan mekanik senior dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang prosedur *assembly swing motor* dan alat apa saja yang pernah digunakan untuk pemasangan *oil seal* di area kerja terkait kebutuhan dan spesifikasi teknis alat bantu yang dibutuhkan dalam pekerjaan *install oil seal swing motor* pada unit PC2000-8 Komatsu.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi utama, yaitu:

- Workshop Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan, sebagai tempat proses perancangan dan desain alat.
- Workshop PT Petrosea - *Site Petrosea Support Facilities* (PSF), sebagai tempat observasi lapangan dan validasi kebutuhan alat sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

3.3 Peralatan Dan Bahan

Penelitian ini memerlukan beberapa alat dan bahan guna menjalankan proses perancangan dan pembuatan alat. Berikut fungsi mengenai alat dan bahan yang digunakan.

3.3.1 Peralatan

Berikut adalah alat yang digunakan saat perancangan dan pembuatan tugas akhir ini.

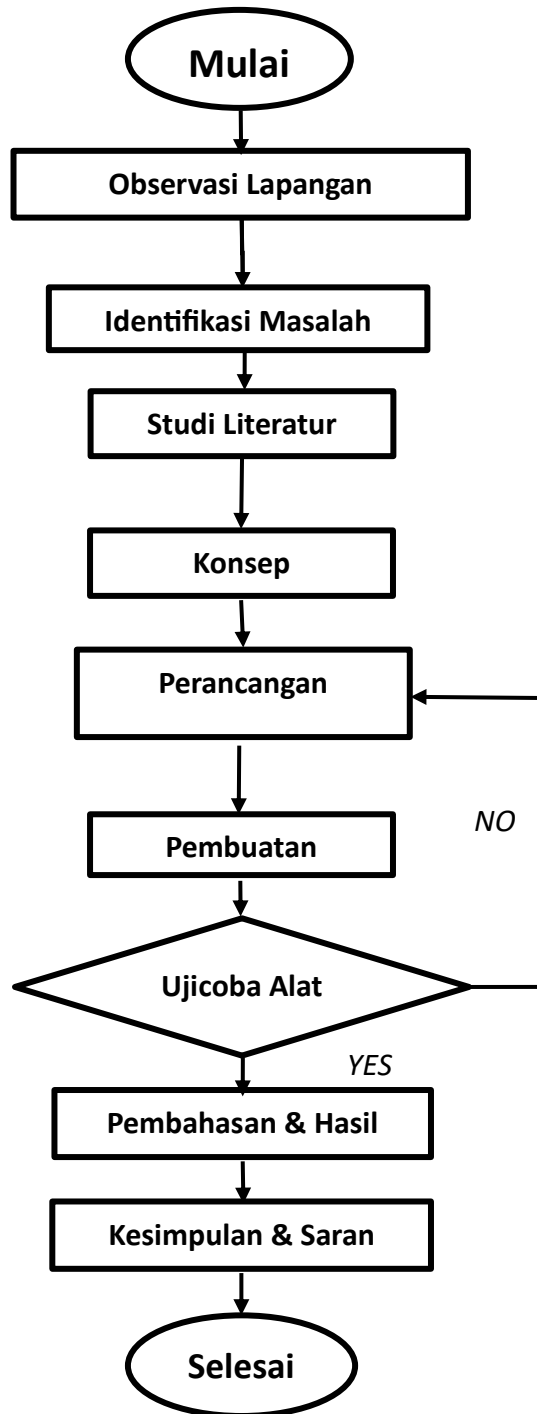
1. Gergaji besi atau mesin gerinda potong digunakan untuk memotong bahan utama seperti plat sesuai ukuran desain.
2. Mesin bor dipakai untuk langkah awal membuat lubang pada plat
3. Gerinda tangan dan kikir dimanfaatkan untuk merapikan hasil pemotongan dan pengelasan agar permukaannya halus dan aman digunakan.
4. Mistar baja dan jangka sorong (*caliper*) berfungsi untuk mengukur dimensi bahan dan hasil potongan dengan presisi.
5. Ragum (*vise*) digunakan untuk menjepit benda kerja saat proses pengeboran atau pengikiran.
6. Laptop dan perangkat lunak *SolidWorks* digunakan untuk membuat desain 3D alat bantu secara detail dan presisi.
7. Alat pelindung diri (APD) seperti helm keselamatan, sarung tangan, kacamata pelindung, dan sepatu safety digunakan selama proses pengerjaan untuk menjaga keselamatan kerja.

3.3.2 Bahan

Berikut adalah bahan yang digunakan saat perancangan dan pembuatan tugas akhir ini.

1. Plat Material ASTM A36 dengan ketebalan 10mm digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan rangka alat pada bagian atas dan bawah.
2. As Material ASTM A36 dengan diameter 10mm digunakan sebagai penopang antara bagian atas dan bagian bawah plat berlubang.

3.4 Diagram Alir Penelitian



3.4.1 Observasi Lapangan

Pada langkah ini penulis melakukan praktek kerja lapangan di PT. Petrosea, dimana penulis melakukan observasi dengan mengamati proses pekerjaan *assembly swing motor* PC2000-8 Komatsu

3.4.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah langkah awal dari penelitian pada langkah ini peneliti melakukan observasi terhadap masalah yang ada dan juga mengumpulkan data-data dengan mengadakan pengamatan langsung di lapangan yang berkaitan tentang pemasangan *oil seal*.

3.4.3 Studi Literatur

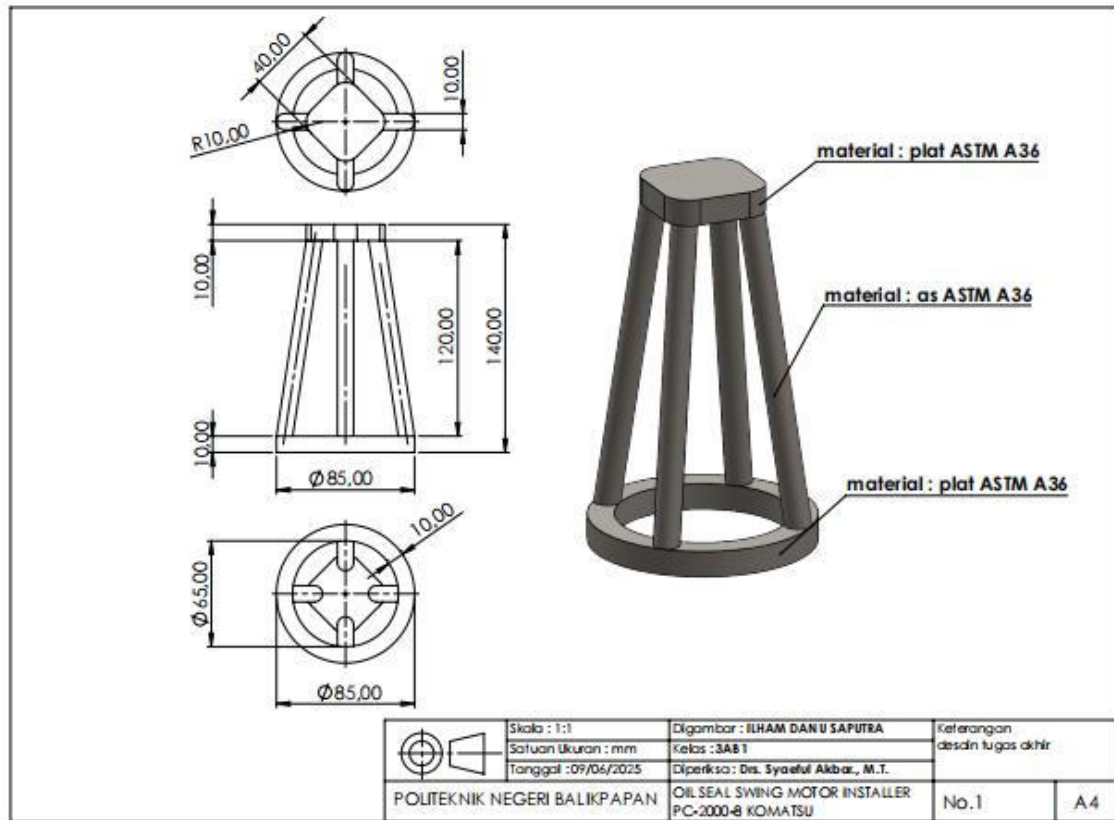
Studi literatur dilakukan untuk memperoleh pemahaman mengenai prinsip kerja *swing motor*, *oil seal*, serta metode pemasangan *oil seal* yang berkaitan dengan objek penelitian. Peneliti menelaah berbagai sumber seperti jurnal teknik mesin, *shop manual* PC2000-8 Komatsu dan *quality assurance* perusahaan untuk memahami pengaruh *presisi* terhadap performa dan umur pakai *oil seal*, khususnya jenis *radial lip*. Selain itu, dipelajari pula karakteristik teknis dari *swing motor* pada *unit* PC2000-8 Komatsu agar perancangan alat bantu tidak mengganggu komponen lainnya. Hasil kajian ini menjadi dasar penting dalam menentukan perancangan alat dari *special tool* yang akan dibuat

3.4.4 Konsep

Pada tahap ini, penulis membuat dan menentukan konsep apa yang diinginkan lalu melakukan bimbingan kepada dosen pembimbing apakah konsep yang peneliti buat sudah tepat atau belum. Setelah konsep sudah disetujui dengan kemudian tugas akhir dapat dijalankan.

3.4.5 Perancangan Alat

Setelah menentukan konsep, peneliti menentukan rancangan yang akan digunakan. Perancangan alat ini didesain agar sesuai dengan dimensi *oil seal* pada *swing motor*. Perancangan menggunakan aplikasi *solidworks* untuk membuat desain. Berikut rancangan awal dari alat yang akan di buat oleh penulis.



Gambar 3. 2 Desain *Special Tool*

3.4.6 Pembuatan Alat

Pembuatan alat ini dilakukan di workshop Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan. Material yang digunakan adalah plat baja ASTM A36 dengan ketebalan awal 10 mm. Pada bagian bawah *tool*, plat dibentuk menjadi bentuk *ring* setinggi 10 mm dengan metode lathe (bubut). Sementara itu, dibagian atasnya plat dibentuk menjadi persegi 4 dengan lebar 40mm dengan 4 buah as penopang sebagai

perantara. Bentuk ini berfungsi sebagai titik distribusi *impact* dari *rubber hammer*. Dengan *ring* diameter 85mm dan plat kotak 4x4mm.

3.4.7 Uji Coba Alat

Proses uji coba alat dilakukan dengan ujicoba terbatas menggunakan alat/bahan substitusi yang merepresentasikan bentuk dan fungsi dasar komponen swing motor, mengingat keterbatasan ketersediaan komponen *swing motor PC2000-8 KOMATSU* yang masuk ke *workshop PT. Perosea*. Uji coba dilakukan dengan menggunakan komponen pengganti untuk mengevaluasi fungsi mekanis dari *special tool* yang telah dirancang. Hasil uji coba dianalisis untuk menilai kesesuaian dimensi, kestabilan struktur, dan kemudahan penggunaan alat. Jika dari hasil uji coba alat dinilai sudah berfungsi sesuai rancangan, maka tahap uji coba dinyatakan selesai. Namun, jika ditemukan kekurangan, maka perlu dilakukan perbaikan atau penyempurnaan desain alat.

3.4.8 Kesimpulan Hasil Ujicoba

Pada tahap ini, penulis menyimpulkan keseluruhan proses mulai dari perancangan, pembuatan, hingga simulasi penggunaan *special tool*. Disampaikan pula kelebihan alat dalam mendukung proses pemasangan *oil seal* secara lebih presisi, serta identifikasi keterbatasan alat akibat tidak dilakukan pengujian langsung di komponen sebenarnya. Penulis juga menyarankan agar alat ini dapat diuji secara langsung pada komponen swing motor yang sebenarnya apabila tersedia, sehingga efektivitas dan ketepatan fungsi alat dapat dievaluasi lebih lanjut sesuai dengan kondisi kerja di lapangan.

3.4 *Timeframe* Perancangan & Pembangunan Alat

Proses merancang dan membangun tugas akhir penulis memiliki *timeframe* seperti pada tabel berikut ini.

NO	KEGIATAN	BULAN							
		januari	februari	Maret	April	mei	juni	juli	agustus
1	Penentuan Judul								
2	Penyusunan Proposal								
3	Sidang Proposal								
4	Pembuatan Alat								
5	Pengujian Alat								
6	Penyusunan Tugas Akhir								
7	Seminar Tugas Akhir								

Tabel 3. 1 Timeframe Perancangan & Pembangunan Alat

Pada Tabel 3.1 *Time frame* penulisan tugas akhir menunjukkan rentang waktu pengamatan lapangan hingga penulisan tugas akhir. Yang dimulai sejak bulan April 2025 sampai Juli 2025.