

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

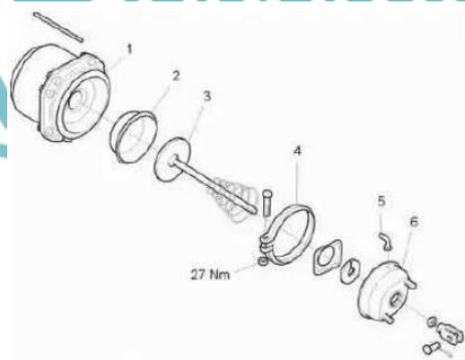
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

Fungsi *Brake Chamber* yang merupakan komponen *full air brake* adalah untuk meneruskan tenaga *pneumatic* menjadi tenaga mekanik guna menggerakkan *brake shoe* agar memperlambat dan menghentikan laju kendaraan (Hakim et al., 2022). *Brake Chamber* terdiri dari pegas reaksi, diafragma, batang pendorong, sambungan saluran masuk dan keluar udara. Saat rem dioperasikan oleh pengemudi, udara bertekanan tinggi masuk ke ruang rem udara. Tekanan udara diterapkan pada diafragma karet yang terletak di dalam ruang rem udara, yang menghasilkan gaya. Perpindahan *diafragma* karet menggerakkan batang pendorong ke arah luar (Awate et al., 2016). *Diafragma* diasumsikan memiliki luas yang seragam dan dimodelkan sebagai piston dengan luas yang konstan. Elemen massa dan pegas disertakan untuk memodelkan batang pendorong dan pegas pengembali (Mithun et al., 2014).

2.1.1 Komponen dan Fungsi *Brake Chamber*

Pada setiap komponen *brake chamber* merupakan komponen penting dalam sistem rem udara (*full air brake*) pada kendaraan berat seperti truk dan bus. Komponen ini berfungsi untuk mengubah tekanan udara bertekanan menjadi gerakan mekanis yang akan mengaktifkan rem kendaraan.



Gambar 2. 1 Komponen Brake Chamber
(Sumber: <https://tinyurl.com/scanialdbrake>)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. *Spring Brake Unit*

komponen yang menggabungkan dua fungsi pengereman dalam satu sistem pengereman servis menggunakan tekanan udara dan pengereman darurat atau parkir yang diaktifkan oleh pegas kuat. Saat tekanan udara masuk, *spring brake* unit berfungsi seperti *brake chamber* biasa dengan mendorong *push rod* untuk pengereman normal.

2. *Diaphragm*

Pada ada *brake chamber* berfungsi sebagai membran fleksibel yang mengubah tekanan udara yang masuk ke dalam *brake chamber* menjadi gaya mekanik. Ketika tekanan udara dari sistem rem masuk, *diaphragm* mendorong *push rod* dan juga (*compression spring*) untuk menghasilkan gerakan mekanis yang mengaktifkan pengereman. Saat tekanan dilepas, pegas mengembalikan posisi *diaphragm* ke kondisi awal (Kartim, 2017).

3. *Push rod*

Push rod berfungsi sebagai batang penghubung yang meneruskan gaya mekanis hasil dorongan *diaphragm* yang didorong oleh tekanan udara dalam *brake chamber* ke mekanisme pengereman, seperti *slack adjuster* dan *camshaft* pada rem tromol. Dengan kata lain, *push rod* mengubah tekanan udara menjadi gerakan mekanis yang mengaktifkan pengereman pada roda kendaraan (Kurniawan, 2022)

4. *Clamp*

Menjepit dan mengikat bagian *cover* (penutup) dengan *housing* secara erat dan rapat, sehingga seluruh komponen di dalam *brake chamber* dapat bekerja dengan baik tanpa terjadi kebocoran udara. *Clamp* memastikan struktur *brake chamber* tetap kokoh dan tertutup rapat agar tekanan udara yang masuk dapat diubah dengan efektif menjadi gaya mekanis untuk pengereman.

5. *Ventilation House*

Sebagai jalur sirkulasi udara yang menjaga tekanan udara dalam *brake chamber* tetap stabil dan mencegah penumpukan kelembaban serta kotoran di dalamnya. Dengan ventilasi ini, udara dapat masuk dan keluar secara terkontrol selama proses pengereman, sehingga membran (*diaphragm*) dan komponen internal bergerak lancar tanpa hambatan akibat tekanan berlebih atau kontaminan. *Ventilation house*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

juga membantu mencegah korosi dan kerusakan bagian dalam *brake chamber*, sehingga menjaga keandalan dan umur pakai sistem rem udara kendaraan berat

6. *Service Brake Unit*

Memperlambat atau menghentikan laju kendaraan selama operasi normal. Unit ini bekerja dengan memanfaatkan tekanan udara dari sistem rem untuk menggerakkan komponen pengereman seperti kampas rem atau *brake shoes* agar menekan drum rem, sehingga kendaraan dapat dikendalikan kecepatannya atau diberhentikan sesuai kebutuhan pengemudi. *Service brake unit* adalah bagian utama dari sistem rem yang memberikan pengereman utama saat kendaraan berjalan, terutama pada kendaraan berat dan alat berat yang membutuhkan pengereman kuat dan stabil.

2.2 Cara Kerja *Brake Chamber* Terhadap *Full air Brake*

Pada *Brake chamber* memiliki peran penting dalam sistem pengereman udara penuh (*full air brake system*) dengan mengubah tekanan udara menjadi gaya mekanis yang diperlukan untuk mengaktifkan rem. Komponen ini bekerja dengan menerima tekanan udara yang dikontrol melalui sistem katup dan *relay valve*, yang kemudian menekan *diafragma* dan menggerakkan *pushrod* untuk menerapkan gaya pengereman ke roda kendaraan (Wertz, 1916). Ketika mesin menyala, kompresor akan memampatkan udara dari luar dan mengalirkan udara bertekanan tersebut ke tangki udara, sehingga tekanan dalam tangki udara meningkat. Ketika tekanan melebihi standar yang ditetapkan oleh pabrikan, tangki udara secara otomatis akan membuang kelebihan udara, sementara kompresor kembali menyuplai udara bertekanan ke tangki udara. Proses ini berulang terus menerus sehingga tekanan dalam tangki udara tetap stabil pada tingkat kerjanya. Udara dalam tangki kemudian mengalir melalui selang-selang udara untuk mendukung berbagai sistem. Saat pedal rem ditekan, piston dalam mekanisme *brake chamber* akan mendorong *plunger*, membuka saluran menuju *brake chamber* dan menutup katup pembuangan. Pada *brake chamber*, tekanan udara ini diubah menjadi gerakan mekanis, dimana tuas *brake chamber* menekan *brake lining*, menyebabkan gesekan antara *brake lining* dan *drum brake*, yang memperlambat putaran kendaraan. Ketika pedal rem dilepaskan, *plunger* dalam



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mekanisme *brake chamber* akan terdorong ke atas oleh pegas pengembali, menutup *brake valve* dan membuka *release valve*. Ini menghentikan pasokan tekanan dari tangki udara, dan tekanan dalam *brake chamber* dilepaskan, sehingga tekanan dalam *brake chamber* sama dengan tekanan atmosfer. Bantuan pegas pengembali, tuas *brake chamber* kembali ke posisi semula, dan rem menjadi bebas (Saputra, 2024).

2.3 Kerusakan yang sering terjadi pada *Brake Chamber*

Brake chamber dalam sistem pengereman udara penuh memiliki beberapa potensi kerusakan yang dapat mempengaruhi kinerja dan keselamatan kendaraan. Salah satu masalah umum adalah keausan pada diafragma, yang terjadi akibat tekanan udara yang berulang dan gesekan mekanis, sehingga mengurangi efektivitas pengereman (Lin, Shanhua and Pohl, 2014). *Diafragma* pada *brake chamber* yang aus biasanya menampilkan kondisi karet diafragma yang retak, robek, atau tipis akibat gesekan dan tekanan berulang dalam ruang rem udara. Pada penelitian sebelumnya, diafragma *brake chamber* yang bocor dan *seal* yang aus sebagai penyebab utama kegagalan pengereman. Secara umum, diafragma *brake chamber* terbuat dari karet alami berkualitas tinggi yang tahan aus dan robek, namun setelah penggunaan lama akan mengalami kerusakan seperti retak atau berlubang yang menyebabkan kebocoran udara dan kegagalan fungsi rem.

2.4 Komponen *Brake Chamber Press Tool*

Setiap komponen memiliki fungsi dan peran tersendiri dalam mendukung kinerja alat secara keseluruhan. Berikut adalah penjelasan mengenai komponen-komponen tersebut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.1 Dongkrak Elektrik



Gambar 2. 2 Dongrak Elektrik

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/qg4VTHU8kJhgM1iu9>)

Dongkrak gunting elektrik yang bekerja mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dengan alat ini mampu mengangkat benda berat secara otomatis tanpa menggunakan tenaga manual. Dongkrak ini merupakan modifikasi dari dongkrak gunting manual yang digerakan menggunakan motor listrik. Dongkrak gunting elektrik ini yang digerakan menggunakan motor DC 12V dengan kecepatan 500 rpm yang memutar ulir dan roda gigi untuk mengangkat beban hingga 2 ton (Teknik Mesin & Rahvy Affarhouk, 2024).

2.4.2 Plat Baja



Gambar 2. 3 Plat Baja

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/1pqh8ABM8ZMpG9BL6>)

Plat atau lembaran baja yang sangat penting untuk menentukan beban maksimum yang dapat diterima oleh suatu konstruksi (Pangestu & Selleng, 2018). Sebagai penguat yang digunakan sebagai penerima beban menggunakan plat dengan ketebalan 1 cm. Plat baja dengan ketebalan ini dapat memberikan kestabilan dan kekakuan pada rangka alat press.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.3 Besi Poros Panjang



Gambar 2. 4 Besi Poros Panjang

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/oDT6d95vHiP3PFFbA>)

Besi poros panjang yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi sehingga banyak digunakan sebagai bahan dasar sebagai bahan penahan karena memiliki kekuatan yang mampu menahan gaya tekan dan beban mekanik yang besar. Bentuk bulat dan panjang dapat memudahkan proses pemasangan pada rangka alat press, sehingga alat press tersebut dapat bekerja secara optimal.

2.4.4 Karet Ban



Gambar 2. 5 Karet Ban

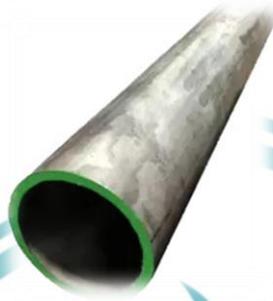
(Sumber: <https://images.app.goo.gl/YliGvmZtpTTwewg6>)

Karet ban yang berfungsi sebagai lapisan pelindung antara benda kerja dengan alat press, terutama pada bagian yang terbuat dari besi atau plat logam. Selain itu, karet ban memiliki sifat elastis dan tahan terhadap tekanan, sehingga lebih efektif untuk melindungi permukaan benda kerja dari kerusakan akibat benturan langsung dengan alat press.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.5 Besi Tabung



Gambar 2. 6 Besi Tabung
(Sumber: <https://images.app.goo.gl/nd8DJkKzPK1MFdmF8>)

Besi tabung sebagaiudukan alat memiliki peranan penting dalam memberikan stabilitas dan keamanan pada benda kerja selama proses operasional. Besi tabung yang dirancang untuk menjaga posisi benda kerja agar tetap stabil dan tidak bergeser atau terguling saat digunakan, sehingga mencegah kerusakan pada alat maupun benda kerja itu sendiri. Selain itu, penggunaan besi tabung sebagaiudukan juga membantu mendistribusikan beban secara merata dan meningkatkan kekuatan struktur alat secara keseluruhan (Djaha, 2024).

2.4.6 Sensor JSN-SR04T Ultrasonic



Gambar 2. 7 Sensor JSN-SR04T Ultrasonic
(Sumber: <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jssainstek/article/view/241>)

Berfungsi untuk mengukur jarak suatu objek dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Sensor ini mampu mendeteksi jarak benda dari 25 cm hingga 450 cm dengan akurasi yang tinggi dan tahan air, sehingga cocok digunakan di berbagai lingkungan termasuk yang basah atau lembab. Sensor ultrasonic tipe JSN-SR04T menggunakan pin IO port TRIG pada tingkat signal minimal 5 us, sensor JSN-SR04T akan mengirimkan signal dengan frekuensi 40 KHz dan kemudian memproses sinyal kembali. Sinyal dengan status high maka akan keluar dari pin IO port ECHO (Chobir et al., 2024).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.7 Arduino-Uno



Gambar 2. 8 Arduino-Uno
(Sumber: <http://eprints.umsida.ac.id/13696/>)

Fungsinya sebagai mikrokontroler untuk membaca input dari sensor, memproses data, dan mengontrol perangkat output seperti motor, LED, atau layar. Arduino Uno merupakan papan *circuit* dengan prosesor jenis Atmega-328 dengan 28 pins, pada papan *circuit* terdapat 14 input/output digital (6 Output untuk PWM), 6 analog Input, resonator kristal keramik 16 MHz, koneksi USB, soket adaptor, pin *header* ICSP (Chobir et al., 2024).

2.4.8 Buzzer Alarm



Gambar 2. 9 Buzzer Alarm
(Sumber: <https://images.app.goo.gl/cimzhpTnysewkvBA>)

Buzzer berfungsi utama sebagai alarm atau indikator suara peringatan dalam berbagai sistem pengamanan dan monitoring berbasis Arduino. Biasanya digunakan sebagai alarm untuk memberi tanda bahaya, indikator status, atau pemberitahuan proses dalam berbagai perangkat, seperti sistem keamanan, deteksi kebakaran, dan proyek Arduino.

Hak Cipta :

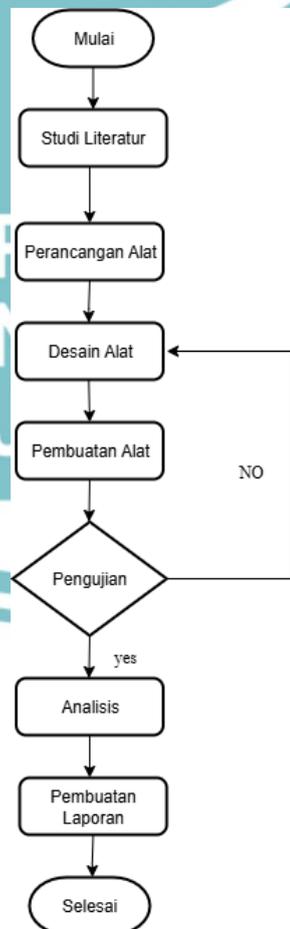
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen di laboratorium terhadap sejumlah benda uji, kemudian analisis datanya dengan menggunakan angka-angka. Metode penelitian yang dipakai pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu yang lain dalam kondisi yang terkendali.

3.2 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Duta Cemerlang Motors Serpo Boyolali, sebuah Perusahaan yang bergerak di bidang otomotif dan penggunaan alat *press brake chamber* dengan silinder pneumatik dalam proses penggantian komponen *brake chamber*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan alat *press brake chamber* yang telah dimodifikasi menggunakan dongkrak elektrik sebagai aspek keselamatan operasional mesin dan teknisi. Dibuatnya alat ini digunakan untuk mengurangi resiko kecelakaan kerja dan meningkatkan keamanan bagi operator selama proses pengerjaan.

3.4 Penjelasan Langkah Kerja

Metode Rancang bangun adalah suatu pendekatan yang terdiri dari serangkaian langkah terstruktur dan saling berurutan yang dijalankan dalam proses rancang bangun suatu inovasi alat, dengan tujuan agar setiap proses tahapan yang dilalui berjalan sesuai prosedur yang telah ditetapkan atau direncanakan sebelumnya. Proses yang dimulai dari tahap perencanaan, yang melibatkan identifikasi kebutuhan dan permasalahan yang ingin diselesaikan. Tahap selanjutnya, dilanjutkan dengan dilakukan perancangan yang mencakup pembuatan desain yang konseptual dan detail. Tahapan berikutnya adalah implementasi, yaitu proses pembangunan yang didasarkan desain yang telah direncanakan sebelumnya. Setelah selesai alat inovasinya selesai dibangun dilanjutkan dengan tahap pengujian untuk memastikan semua komponen pada alat yang telah dibangun berfungsi sesuai dengan rancangan dan memenuhi standar yang telah ditentukan. Seluruh rangkaian proses ini biasanya digambarkan dalam bentuk diagram alir yang memberikan visualisasi alur kerja dari setiap tahapan sehingga mudah pemahaman dan evaluasi terhadap proses rancang bangun secara keseluruhan.

3.5 Studi Literatur

Pada tahap awal penelitian, penulis memanfaatkan berbagai sumber seperti artikel, *ebook*, jurnal, serta referensi lain yang tersedia baik di internet maupun di perpustakaan sebagai bahan studi literatur. Dasar teori yang kuat dan relevan sangat diperlukan dalam proses rancang bangun alat, agar potensi terjadinya kesalahan dapat diminimalisir. Sehingga penulis melakukan kajian literatur secara mendalam

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

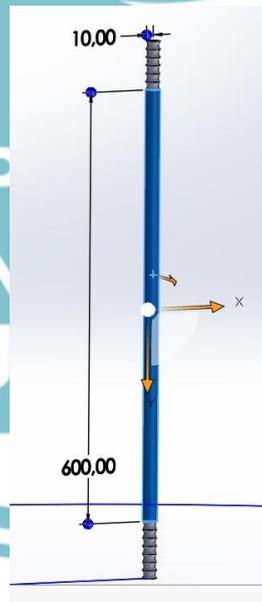
dengan membaca berbagai sumber yang berkaitan, serta memperoleh arahan dari Dosen Politeknik Negeri Jakarta yang berkompeten di bidang rancang bangun. Rancang bangun Alat Press Otomatis Berbasis *Mikrokontroller* untuk Perbaikan *brake chamber* Kendaraan sendiri dirancang untuk memberikan kemudahan teknisi pada saat melakukan perbaikan *brake chamber*.

3.6 Desain Alat Menggunakan *SolidWorks*

Pembuatan desain model 3D alat press untuk perbaikan *brake chamber* dilakukan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* dengan pendekatan yang komprehensif dan detail.

3.6.1 Pembuatan Poros Panjang

Dimulai dengan komponen utama menggunakan bahan dasar Poros Panjang yang diameternya 1 cm dan panjangnya 60 cm. Poros Panjang berfungsi sebagai penahan poros utama yang menopang dan menghubungkan plat besi dengan dongkrak elektrik,

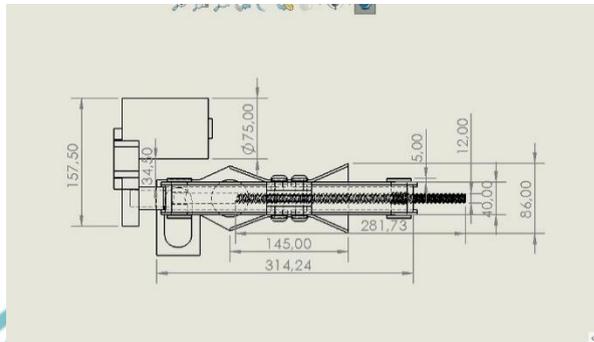


Gambar 3. 2 Besi Poros Panjang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.6.4 Dongkrak Gunting Elektrik



Gambar 3. 5 Dongkrak Elektrik

Tahap selanjutnya pembuatan dongkrak gunting elektrik yang melibatkan perancangan lengan atau ulir gunting yang digerakan motor listrik. Pada *SolidWorks*, setiap komponen dirancang secara detail mulai dari sketsa dasar hingga fitur ekstrusi dan pemotongan, memastikan dimensi dan sambungan sesuai kebutuhan teknis. Seluruh bagian dirakit secara *virtual* menggunakan fitur *assembly* di *SolidWorks* untuk memastikan keselarasan dan fungsi mekanis yang optimal. Simulasi gerak dan analisis kekuatan juga dilakukan untuk mengevaluasi performa alat sebelum proses fabrikasi, sehingga desain yang dihasilkan tidak hanya presisi tapi juga aman dan efisien dalam operasionalnya.

3.6.6 Assembly

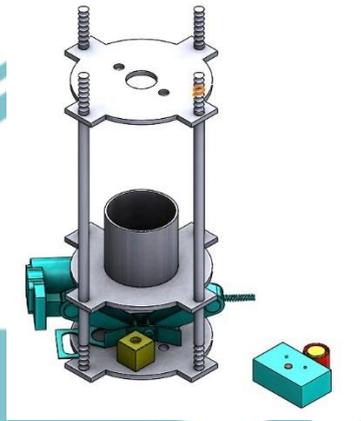
Proses *assembly* di *SolidWorks* untuk alat *press brake chamber* otomatis dimulai dengan memasukkan Poros Panjang sebagai poros utama ke dalam lingkaran pinggir pada plat besi yang berfungsi sebagai dudukan dongkrak. Poros Panjang ini diposisikan dengan tepat menggunakan fitur *Concentric Mate* agar sumbu as sejajar dan berpusat dengan lubang pada plat besi, sehingga as dapat berputar atau bergerak sesuai fungsi mekanisme. Selanjutnya, plat besi yang berperan sebagai dudukan benda kerja juga dipasang pada Poros Panjang dengan cara yang sama, memastikan plat dudukan ini terpasang kokoh dan sejajar dengan komponen lain.

Kemudian, plat besi yang berfungsi sebagai penutup atau penahan diposisikan pada Poros Panjang, biasanya di salah satu ujung atau titik tertentu pada as, dan di-mate agar tidak bergeser, memberikan kestabilan tambahan pada mekanisme. Setelah semua plat besi terpasang pada Poros Panjang, dongkrak

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

elektrik ditempatkan di bawah rangka atau dudukan yang telah dirancang khusus untuk menampung dan menopang dongkrak tersebut. Posisi dongkrak diatur sedemikian rupa agar gaya dorong yang dihasilkan dapat diteruskan secara optimal ke mekanisme gunting melalui as dan plat besi yang sudah terpasang.



Gambar 3. 7 *Assembly*

Seluruh komponen ini kemudian di *mate* secara detail untuk memastikan tidak ada benturan antar bagian dan mekanisme dapat bergerak dengan lancar. Melalui metode *assembly* ini, *SolidWorks* memungkinkan simulasi gerak dan pengecekan fungsi alat secara virtual sebelum proses fabrikasi, sehingga desain menjadi lebih akurat dan efisien.

3.7 Pembuatan dan Perakitan Alat

Pembuatan alat press *Brake Chamber* dengan sistem pneumatik, perlu memperhatikan urutan-urutan atau prosedur baik dari perancangan yang akan dibuat. Pembuatan dilakukan sesuai dengan kelompok pengerjaan dari masing-masing komponen, sehingga pada saat perakitan prosesnya lebih mudah (Suyuti et al., 2020). Melaksanakan proses pembuatan komponen sesuai gambar kerja dan merakit seluruh komponen menjadi satu kesatuan alat press *brake chamber*.

3.7.1 Tahap Pengukuran

Tahap pengukuran bahan dasar yang terdiri dari plat besi, tabung besi, Poros Panjang, dan dongkrak elektrik. Plat besi yang digunakan memiliki ketebalan 1 cm dengan ukuran keseluruhan 50 cm x 70 cm sebagai rangka utama alat. Pada plat besi ini, dilakukan penandaan posisi lubang dengan diameter 6,5 cm yang terletak tepat di tengah plat sebagai tempat pemasangan Poros Panjang, serta lubang kecil



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

berdiameter 2 cm yang berfungsi sebagai titik sambungan komponen pendukung. Penandaan dilakukan dengan menggunakan mistar baja dan jangka sorong untuk memastikan akurasi posisi dan ukuran lubang agar sesuai dengan desain yang telah dibuat di *SolidWorks*.

3.7.2 Tahap Pemotongan

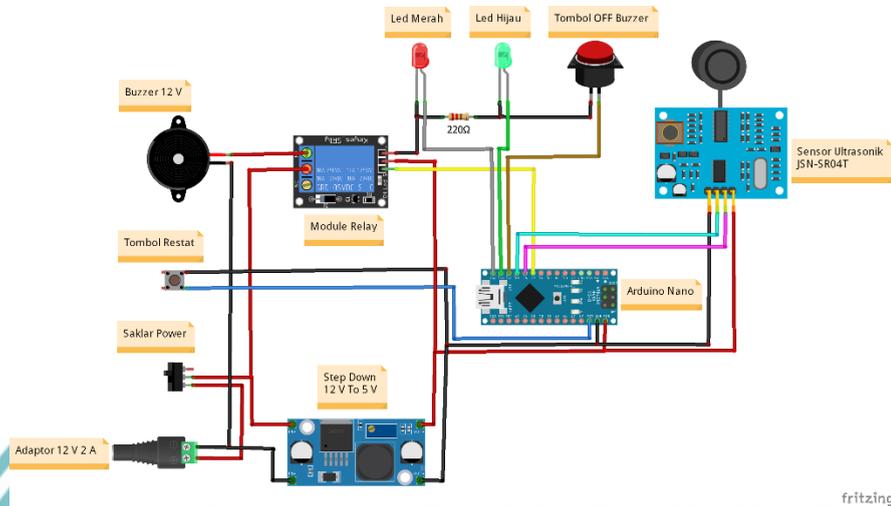
Setelah pengukuran selesai, plat besi dipotong sesuai ukuran menggunakan mesin potong plasma agar tepi potongan rapi dan presisi. Selanjutnya, lubang dengan diameter 6,5 cm dan 2 cm dibuat pada plat menggunakan mesin bubut. Tabung besi dengan diameter 7 cm dan panjang 13 cm dipersiapkan sebagai dudukan benda kerja, tabung ini dipotong dan dibersihkan dari karat serta kotoran. Poros Panjang yang digunakan memiliki diameter 2,5 cm dengan panjang 60 cm, kemudian dilakukan proses pembubutan untuk mendapatkan permukaan halus dan presisi pada bagian yang akan berputar atau menjadi titik tumpu mekanisme gunting.

3.7.3 Tahap Pengelasan

Pada tahap pengelasan, plat besi yang telah dilubangi dan tabung besi sebagai dudukan dirakit dan disambung untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan lama. Pengelasan dilakukan dengan memperhatikan posisi agar tabung besi berdiri tegak lurus pada plat besi, sehingga mampu menopang beban kerja secara optimal. Setelah rangka dan dudukan selesai dirakit, Poros Panjang dipasang pada lubang pinggir plat yang nantinya digerakkan oleh dongkrak elektrik. Dongkrak elektrik dengan kapasitas angkat 2 ton dipasang pada dudukan khusus yang terbuat dari plat besi tambahan dengan ketebalan 1 cm, memastikan kestabilan dan kekuatan saat pengoperasian.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.7.4 Skema Rangkaian Mikrokontroler



Gambar 3. 8 Skema Rangkaian Mikrokontroler

Pada gambar di atas merupakan skema rangkaian sistem monitoring berbasis Arduino Nano yang memanfaatkan sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk deteksi jarak. Rangkaian ini menggunakan adaptor 12 V 2 A sebagai sumber listrik utama, yang kemudian diturunkan menjadi 5 V oleh modul *step down* untuk memenuhi kebutuhan daya Arduino dan komponen lainnya. Saklar power berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan seluruh rangkaian. Sensor ultrasonik terhubung ke Arduino Nano dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek berdasarkan jarak yang terukur. Jika objek terdeteksi dalam jarak tertentu, Arduino akan mengaktifkan relay sehingga buzzer 12 V berbunyi sebagai alarm peringatan, dan LED merah menyala. Sebaliknya, LED hijau akan menyala menandakan kondisi aman. Terdapat juga tombol OFF *Buzzer* yang dapat dimanfaatkan untuk mematikan bunyi *buzzer* secara manual, serta tombol *restart* untuk reset sistem. Komponen-komponen tersebut saling terhubung dan dikontrol secara otomatis oleh Arduino, sehingga sistem dapat memberikan peringatan secara efektif dan meningkatkan keamanan serta kemudahan monitoring pada area yang diawasi.

3.7.5 Uji Coba Alat

Tahap uji coba alat *press brake chamber* otomatis menggunakan dongkrak gunting elektrik dimulai dengan persiapan alat dan bahan kerja sesuai standar desain. Pada tahap ini, alat dioperasikan untuk melakukan proses pembengkokan



logam dengan memanfaatkan dongkrak elektrik sebagai penggerak utama mekanisme gunting. Pengambilan data fokus pada waktu pengerjaan, yaitu durasi yang diperlukan alat untuk menyelesaikan satu siklus proses *press brake* dari posisi awal hingga benda kerja selesai ditekuk. Waktu pengerjaan ini diukur menggunakan *stopwatch* atau alat pengukur waktu digital dengan ketelitian tinggi agar data yang diperoleh akurat. Pengujian dilakukan pada setiap benda kerja berupa kendaraan seperti Hino Dutro, ISUZU FVR 34, MERCY 4028T, dan UD TRUCK GKE 280 dengan berbagai alat pengerjaan. Pengujian bertujuan memperoleh data waktu pengerjaan yang lebih akurat dan representatif. Proses pengujian yang berkesinambungan tersebut bertujuan mengurangi pengaruh variabel yang tidak terkontrol dan memastikan nilai rata-rata waktu pengerjaan yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah serta mencerminkan kondisi kerja sebenarnya. Dengan demikian, data yang tersaji menjadi valid dan reliabel untuk digunakan dalam analisis dan perbandingan performa instrumen pada setiap kendaraan yang diuji.

3.7.6 Pengambilan Data dan Analisis

Pengambilan data yang dilakukan menggunakan metode perbandingan yaitu membandingkan proses pelepasan dan pemasangan *brake chamber* secara manual dengan proses yang sama menggunakan alat *press brake chamber*. Data yang diamati dan dijadikan tolak ukur dalam perbandingan meliputi waktu kerja (dalam satuan menit), penilaian ergonomi dan aspek keselamatan melalui kuesioner, serta hasil akhir proses melalui inspeksi. Dilakukan pendekatan ini, penelitian dapat memperoleh data yang menggambarkan sejauh mana pengaruh penggunaan alat *press brake chamber* otomatis terhadap efisiensi, kenyamanan kerja, dan keamanan operator. Aturan atau pedoman yang digunakan sebagai dasar dalam pengolahan data hasil uji coba alat *press brake chamber* sebagai berikut:

- a. Berdasarkan pengukuran waktu

Proses pengumpulan data hasil uji coba alat *press* otomatis untuk perbaikan *brake chamber* kendaraan, beberapa parameter penting dicatat secara sistematis, antara lain waktu penggunaan alat pada saat perbaikan *brake chamber*. Setelah pengambilan data waktu pengerjaan, dilakukan analisis untuk mengevaluasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

efisiensi alat dalam hal kecepatan operasional. Data waktu ini dibandingkan dengan standar waktu kerja manual atau alat sejenis untuk melihat peningkatan produktivitas yang dihasilkan oleh penggunaan dongkrak elektrik. Selain itu, analisis juga mempertimbangkan kestabilan dan konsistensi waktu pengerjaan pada setiap siklus, yang menunjukkan keandalan dan presisi alat. Jika terdapat variasi waktu yang signifikan, dilakukan pemeriksaan ulang terhadap komponen mekanik dan sistem penggerak untuk menemukan penyebabnya, seperti masalah pada motor, gearbox, atau sambungan mekanisme gunting. Jadi, tahap uji coba dan pengambilan data waktu pengerjaan menjadi langkah penting untuk memastikan alat press *brake chamber* otomatis bekerja optimal, efisien, dan siap digunakan dalam produksi industri.

- b. Berdasarkan Pengamatan Ergonomi, *safety* dan waktu

Saat teknisi melakukan proses perbaikan menggunakan alat press *Brake Chamber* otomatis, seluruh aktivitas tersebut akan didokumentasikan dalam bentuk video dan lampiran. Hasil ini kemudian akan diserahkan kepada sejumlah pengamat yang memiliki keahlian di bidang perbaikan *Brake Chamber*. Setelah menonton video tersebut, para pengamat dipersilahkan untuk memberikan penilaian mengenai aspek keselamatan *Brake Chamber* otomatis tersebut melalui angket kuesioner yang telah disediakan.

Tabel 3. 1 Tanggapan mengenai Ergonomi dan *safety*

NO	Pertanyaan	Sangat Tidak Setuju (STS)	Tidak Setuju (TS)	Netral (N)	Setuju (S)	Sangat Setuju (SS)
1	Penggunaan alat press <i>brake chamber</i> dapat mengurangi beban fisik dan meningkatkan kenyamanan operator selama proses perbaikan <i>brake chamber</i> .					
2	Inovasi alat press <i>brake chamber</i> dapat mengurangi risiko kesalahan kerja dan meningkatkan keamanan					



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	serta kenyamanan operator selama proses perbaikan <i>brake chamber</i> .					
3	Perancangan alat press <i>brake chamber</i> dapat meningkatkan kenyamanan, mengurangi beban fisik, dan meminimalkan risiko cedera operator					
4	Penggunaan alat press ini tanpa menggunakan tenaga manusia yang tinggi dan resiko kelelahan yang mengakibatkan kecelakaan kerja.					
5	Kemudahan penggunaan alat press <i>brake chamber</i> mempengaruhi tingkat kenyamanan operator saat pengoperasian.					

Tabel 3. 2 Tanggapan berdasarkan waktu

NO	Pertanyaan	Sangat Tidak Setuju (STS)	Tidak Setuju (TS)	Netral (N)	Setuju (TS)	Sangat Setuju (SS)
1	Pada saat Waktu pengepresan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan tanpa mengurangi kualitas hasil.					
2	Durasi atau waktu pada saat pengepresan yang dihasilkan oleh alat ini efisien dan sesuai standar.					
3	Penggunaan alat press dengan waktu yang relatif singkat dibandingkan menggunakan alat manual.					

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Setelah kedua proses sudah dilakukan, penulis akan melakukan inspeksi terhadap perbaikan *brake chamber* yang telah diproses dengan menggunakan alat press *brake chamber* otomatis dan menggunakan metode manual untuk melakukan perbandingan hasilnya. Kegiatan ini bertujuan untuk mengamati kondisi akhir dari pekerjaan tersebut., khususnya untuk mendeteksi adanya kerusakan yang mungkin terjadi. Kerusakan yang dimaksud dapat berupa lecetan, goresan, penyok dan retak pada *cover brake chamber*. Inspeksi ini, dapat diketahui sejauh mana alat press *brake chamber* otomatis mampu menjaga kualitas dan integritas *brake chamber* dibandingkan dengan proses manual.

4.4.1.1 Berdasarkan Uji Kelayakan Alat

Tabel 3. 3 Tanggapan uji kelayakan alat

NO	Pertanyaan	Sangat Tidak Layak (SS)	Tidak Layak (S)	Layak (TS)	Sangat Layak (STS)
1	Alat mudah dibersihkan dan dirawat setelah digunakan.				
2	alat press <i>brake chamber</i> dengan dongkrak elektrik layak digunakan di lingkungan kerja.				
3	alat dapat mengurangi risiko kelelahan fisik dan cedera otot pada operator.				
4	Pengoperasian alat mudah dipahami untuk mencegah kecelakaan kerja.				
5	Alat press <i>brake chamber</i> cukup kuat menahan tekanan dari dongkrak elektrik.				
6	Dimensi alat sudah ergonomis dan memudahkan penempatan benda kerja.				
7	Material alat tahan terhadap deformasi dan aus akibat tekanan.				
8	Adanya sistem mikrokontroller dapat meningkatkan akurasi dan otomatisasi proses penekanan.				



3.8 Metode Pemecahan Masalah

Metode pemecahan masalah ini dalam tugas akhir ini menggunakan pendekatan rancang bangun yaitu mendesain dan membuat suatu alat dari awal hingga alat tersebut berfungsi sesuai rencana. Melalui tahapan-tahapan yang telah digambarkan dalam diagram alir dan dijelaskan sebelumnya, penulis melakukan analisis terhadap alat press *brake chamber* otomatis yang telah ada dengan menggabungkan keunggulan-keunggulan dari masing-masing desain sebelumnya agar kekurangan yang ada dapat diatasi secara efektif.

Selain itu, penulis menambahkan fitur *safety smart* yang bertujuan menjamin keselamatan operator serta menjaga kualitas *brake chamber* setelah proses perbaikan. Fokus utama dalam mengembangkan alat ini adalah meningkatkan aspek keselamatan dan mengurangi beban kerja fisik operator, sehingga proses perbaikan menjadi lebih aman dan efisien.

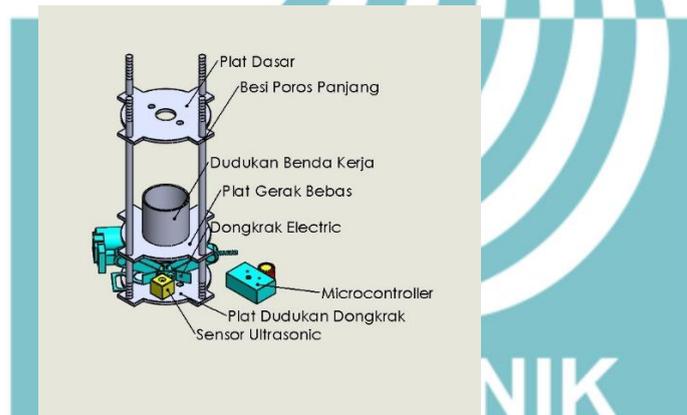
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Alat Press *Brake Chamber*

Alat press *brake chamber* ini merupakan inovasi yang dikembangkan menggunakan dongkrak elektrik dengan sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler, dimana inovasi utama terletak pada dongkrak elektrik yang digerakan menggunakan remot kontrol. Sehingga secara signifikan mengurangi resiko kecelakaan kerja akibat kelelahan. Komponen alat press *brake chamber* ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Komponen Inovasi Alat Press

Komponen yang telah disebutkan pada gambar 4.1 memiliki spesifikasi material yang dibutuhkan dengan ukuran tertentu. Berikut adalah spesifikasi ukuran material dari setiap komponen:

a. Plat Dasar

Plat Dasar yang digunakan sebagai rangka utama alat dengan ketebalan 1 cm dan ukuran keseluruhan 50 cm x 70 cm. Pada plat ini dilakukan penandaan posisi lubang utama berdiameter 6,5 cm yang terletak tepat di tengah plat untuk pemasangan Poros Panjang, serta lubang kecil berdiameter 2 cm sebagai titik sambungan komponen pendukung. Penandaan dilakukan menggunakan mistar baja dan jangka sorong agar posisi dan ukuran lubang sesuai dengan desain yang dibuat di *SolidWorks*. Setelah pengukuran, plat besi dipotong menggunakan mesin potong plasma agar tepi potongan rapi dan presisi.



b. Dudukan benda kerja

Dudukan benda kerja yang digunakan memiliki diameter 7 cm dan panjang 13 cm, berfungsi sebagai dudukan benda kerja. Tabung ini dipotong sesuai ukuran dan dibersihkan dari karat serta kotoran untuk memastikan kualitas permukaan. Tabung besi kemudian dipasang tegak lurus pada plat besi sebagai bagian dari rangka alat, disambung menggunakan las listrik untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan lama.

c. Besi Poros Panjang

Besi Poros yang digunakan memiliki diameter 2,5 cm dan Panjang 60 cm. As ini menjalani proses pembubutan untuk mendapatkan permukaan yang halus dan presisi, khususnya pada permukaan pada bagian yang bergesekan dengan plat gerak bebas. Poros Panjang dipasang pada lubang pinggir plat dasar, plat Gerak bebas dan plat dasar.

d. Plat Gerak bebas

Plat gerak bebas digunakan sebagai rangka dudukan benda kerja dengan ketebalan 1 cm dan ukuran keseluruhan 50 cm x 70 cm. Penandaan dilakukan menggunakan mistar baja dan jangka sorong agar posisi dan ukuran lubang sesuai dengan desain yang dibuat di *SolidWorks*. Setelah pengukuran, plat besi dipotong menggunakan mesin potong agar tepi potongan rapi dan presisi, kemudian lubang dibuat menggunakan mesin bubut.

e. Dongkrak Elektrik

Dongkrak elektrik dengan kapasitas angkat 2 ton digunakan sebagai penggerak utama alat press. Dongkrak ini dipasang pada dudukan khusus yang terbuat dari plat besi tambahan dengan ketebalan 1 cm untuk memastikan kestabilan dan kekuatan selama pengoperasian. Integrasi dongkrak elektrik dengan sistem kontrol mikrokontroler memungkinkan proses pengepresan berjalan otomatis dan aman.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

f. Plat Dudukan Dongkrak

Plat dudukan dongkrak yang digunakan sebagai rangka paling bawah dengan ketebalan 1 cm dan ukuran keseluruhan 50 cm x 70 cm. Di pinggir plat ada lubang penahan Poros Panjang yang berdiameter 2,5 cm. Penandaan dilakukan menggunakan mistar baja dan jangka sorong agar posisi dan ukuran lubang sesuai dengan desain yang dibuat di *SolidWorks*. Setelah pengukuran, plat besi dipotong menggunakan mesin potong plasma agar tepi potongan rapi dan presisi, kemudian lubang dibuat menggunakan mesin bubut.

g. Sensor *Ultrasonic*

Sensor *ultrasonic* berperan penting dalam alat press *brake chamber* berbasis dongkrak elektrik karena mampu mendeteksi jarak secara real-time dan otomatis. Fungsinya mencegah tekanan berlebih, meningkatkan presisi penekanan, serta menjamin keselamatan teknisi. Integrasi dari mikrokontroller, sensor ini memungkinkan sistem berhenti secara otomatis saat mencapai jarak tertentu, sehingga mengurangi risiko cedera dan kesalahan kerja. Selain itu, sensor ini membuat alat lebih efisien terhadap berbagai jenis *brake chamber*, dan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan (K3).

h. Mikrokontroller

Pada mikrokontroller memiliki peran sangat penting dalam alat press *brake chamber* menggunakan dongkrak elektrik karena sebagai pusat kendali yang mengatur seluruh proses kerja alat secara otomatis dan presisi. Mikrokontroller juga memproses sinyal dari sensor jarak untuk mencegah *overpress* yang berpotensi merusak komponen dan membahayakan teknisi.

4.2 Langkah-Langkah Penggunaan Alat Press *Brake Chamber*

Berikut adalah langkah-langkah penggunaan alat press otomatis berbasis *mikrokontroller* untuk perbaikan *brake chamber* kendaraan yang telah disempurnakan dan disusun secara sistematis:

1. Tekan tombol dengan tanda panah ke atas pada remot kontrol untuk mengaktifkan dongkrak elektrik dan memulai proses pengangkatan.
2. Letakkan *brake chamber* atau benda kerja pada dudukan yang telah disediakan dengan posisi yang tepat.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Dongkrak akan mengangkat benda kerja hingga mencapai ketinggian 33 cm. Pada saat ketinggian ini tercapai, alarm akan berbunyi sebagai tanda, dan lampu LED yang semula berwarna hijau akan berubah menjadi merah, menandakan posisi siap untuk proses berikutnya.
4. Lepaskan ring pengunci menggunakan kunci ring pas ukuran 14 dengan hati-hati agar komponen dapat bergerak bebas saat proses penurunan dongkrak.
5. Turunkan dongkrak secara perlahan dengan menekan tombol tanda panah ke bawah pada remot kontrol hingga posisi yang diinginkan.
6. Angkat benda kerja dari dudukan untuk memulai proses perbaikan *brake chamber* secara manual.
7. Setelah proses perbaikan selesai, letakkan kembali *brake chamber* pada dudukan benda kerja.
8. Tekan kembali tombol tanda panah ke atas pada remot kontrol untuk mengangkat *brake chamber* ke posisi kerja.
9. Pasang kembali ring pengunci dengan kunci ring pas ukuran 14 untuk mengamankan posisi komponen.
10. Terakhir, turunkan dongkrak dengan menekan tombol tanda panah ke bawah pada remot kontrol hingga dongkrak kembali ke posisi awal dan proses selesai.
11. Langkah-langkah ini dirancang untuk memastikan proses pengepresan *brake chamber* berjalan dengan aman, efisien, dan terkontrol secara otomatis, sekaligus meminimalkan risiko kecelakaan kerja.

4.3 Pengumpulan Data Pengujian

Pengumpulan data pengujian pada alat press otomatis berbasis mikrokontroller dilakukan dengan mengukur waktu setiap tahapan operasional, mulai dari pengangkatan dongkrak, pemasangan benda kerja, proses pengepresan, hingga pelepasan setelah perbaikan, untuk menilai efisiensi alat dibandingkan metode manual. Selain itu, kuesioner yang diberikan kepada operator guna mengevaluasi kenyamanan penggunaan, kemudahan pengoperasian, tingkat kelelahan, serta aspek keselamatan kerja selama penggunaan alat. Analisis postur kerja juga diterapkan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

untuk mengidentifikasi potensi risiko cedera. Kombinasi data waktu dan hasil kuesioner ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas alat dalam meningkatkan produktivitas untuk menjaga kesehatan dan keselamatan operator.

4.3.1 Berdasarkan waktu

Perbandingan waktu yang diperoleh melalui pengujian yang dilakukan penulis dengan memberikan tekanan sehingga pegas yang ditekan oleh piston terdorong ke atas. Pengukuran waktu menggunakan *stopwatch* dengan satuan menit. Hasil pengujian tersebut disajikan dalam tabel 4.1 sebagai data waktu yang diperoleh pada alat Press *Brake Chamber*.

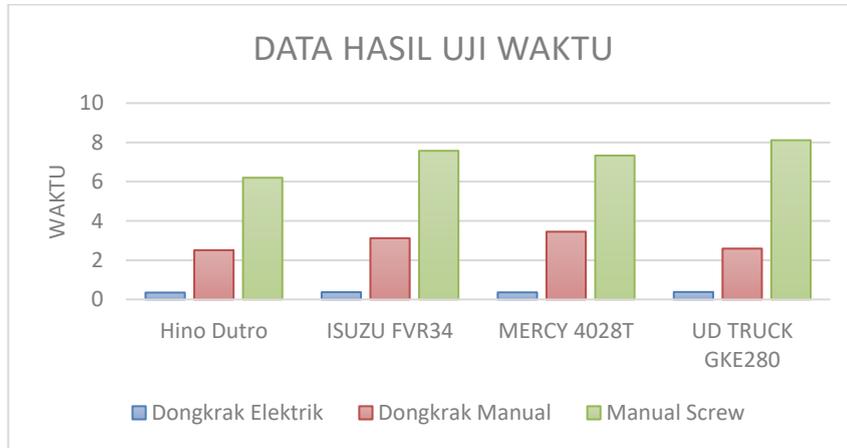
Tabel 4. 1 Data Hasil Uji Benda Kerja

Data Waktu Hasil Uji Benda Kerja				
NO	BENDA UJI	Dongkrak Elektrik	Dongkrak Manual	Manual Screw
1	Hino Dutro	35 detik	2 menit 51 detik	6 menit 2 detik
2	ISUZU FVR 34	37 detik	3 menit 12 detik	7 menit 57 detik
3	MERCY 4028T	36 detik	3 menit 45 detik	7 menit 33 detik
4	UD TRUCK GKE 280	38 detik	2 menit 59 detik	8 menit 11 detik
	Rata-Rata	37 detik	3 menit 12 detik	7 menit 26 detik

Pada Tabel 4.1 menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mengoperasikan tiga jenis dongkrak (dongkrak elektrik, dongkrak manual, dan *manual screw*) untuk empat tipe kendaraan truk yang berbeda. Hasilnya, dongkrak elektrik membutuhkan waktu paling singkat rata-rata 37 detik, diikuti dongkrak manual (rata-rata 3 menit 12 detik), dan paling lama adalah *manual screw* (rata-rata 7 menit 26 detik). Ini menunjukkan dongkrak elektrik jauh lebih efisien dalam waktu dibanding dua jenis lainnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 2 Diagram Hasil Uji Waktu\

4.3.1 Berdasarkan Ergonomi, *Safety* dan Waktu

Pelaksanaan pengujian ergonomi, *safety* dan waktu, penulis mengumpulkan data melalui angket kuesioner yang telah divalidasi oleh 6 ahli yang memiliki keahlian sesuai dengan topik yang dibahas. Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk melakukan uji validitas terkait aspek ergonomi dan keselamatan pada alat press *brake chamber*. Tujuan dari validitas ini adalah untuk memastikan bahwa alat yang dikembangkan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan penulis. Penulis menggunakan metode kesepakatan para ahli (*rater agreement*) untuk menentukan validitas dengan menerapkan rumus Aiken's V sebagaimana dijelaskan oleh Aiken (1985).

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

Keterangan:

- V = Indeks kesepakatan ahli
- s = r- lo
- Lo = Nilai jawaban terendah (1)
- c = Nilai jawaban tertinggi (5)
- r = Nilai yang diberikan ahli
- n = Jumlah ahli

Hasil perhitungan indeks Aiken's akan dibandingkan dengan nilai V tabel, dimana jika nilai Aiken's V sama atau lebih besar dari nilai V tabel, maka instrumen

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dianggap valid. Nilai V tabel sendiri ditentukan berdasarkan jumlah ahli yang menilai dan variasi kategori jawaban yang digunakan. Jumlah validator yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah 6 orang dengan 5 kategori jawaban, sehingga nilai V tabel yang digunakan adalah 0,83 pada tingkat signifikan $p = 0,10$, karena penulis menetapkan batas kesalahan yang diperbolehkan sebesar 1%.

No. of Items (m) or Raters (n)	Number of Rating Categories (c)													
	2		3		4		5		6		7			
	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p		
2							1.00	.040	1.00	.028	1.00	.020		
3							1.00	.008	1.00	.005	1.00	.003		
3			1.00	.037	1.00	.016	.92	.032	.87	.046	.89	.029		
4			1.00	.012	1.00	.004	.94	.008	.95	.004	.92	.006		
4			1.00	.004	.93	.006	.90	.007	.88	.007	.87	.007		
5	1.00	.031	.90	.025	.87	.021	.80	.040	.80	.032	.77	.047		
6			.92	.010	.89	.007	.88	.005	.83	.010	.83	.008		
6	1.00	.016	.83	.038	.78	.050	.79	.029	.77	.036	.75	.041		
7			.93	.004	.86	.007	.82	.010	.83	.006	.81	.008		
7	1.00	.008	.86	.016	.76	.045	.75	.041	.74	.038	.74	.036		
8	1.00	.004	.88	.007	.83	.007	.81	.008	.80	.007	.79	.007		
8	.88	.035	.81	.024	.75	.040	.75	.030	.72	.039	.71	.047		
9	1.00	.002	.89	.003	.81	.007	.81	.006	.78	.009	.78	.007		
9	.89	.020	.78	.032	.74	.036	.72	.038	.71	.039	.70	.040		
10	1.00	.001	.85	.005	.80	.007	.78	.008	.76	.009	.75	.010		
10	.90	.001	.75	.040	.73	.032	.70	.047	.70	.039	.68	.048		
11	.91	.006	.82	.007	.79	.007	.77	.006	.75	.010	.74	.009		
11	.82	.033	.73	.048	.73	.029	.70	.035	.69	.038	.68	.041		
12	.92	.003	.79	.010	.78	.006	.75	.009	.73	.010	.74	.008		
12	.83	.019	.75	.025	.69	.046	.69	.041	.68	.038	.67	.049		
13	.92	.002	.81	.005	.77	.006	.75	.006	.74	.007	.72	.010		
13	.77	.046	.73	.030	.69	.041	.67	.048	.68	.037	.67	.041		
14	.86	.006	.79	.006	.76	.005	.73	.008	.73	.007	.71	.009		
14	.79	.029	.71	.035	.69	.036	.68	.036	.66	.050	.66	.047		
15	.87	.004	.77	.008	.73	.010	.73	.006	.72	.007	.71	.008		
15	.80	.018	.70	.040	.69	.032	.67	.041	.65	.048	.66	.041		
16	.88	.002	.75	.010	.73	.009	.72	.008	.71	.007	.70	.010		
16	.75	.038	.69	.046	.67	.047	.66	.046	.65	.046	.65	.046		
17	.82	.006	.76	.005	.73	.008	.71	.010	.71	.007	.70	.009		
17	.76	.025	.71	.026	.67	.041	.66	.036	.65	.044	.65	.039		
18	.83	.004	.75	.006	.72	.007	.71	.007	.70	.007	.69	.010		
18	.72	.048	.69	.030	.67	.036	.65	.040	.64	.042	.64	.044		
19	.79	.010	.74	.008	.72	.006	.70	.009	.70	.007	.68	.009		
19	.74	.032	.68	.033	.65	.050	.64	.044	.64	.040	.63	.048		
20	.80	.006	.72	.009	.70	.010	.69	.010	.68	.010	.68	.008		
20	.75	.021	.68	.037	.65	.044	.64	.048	.64	.038	.63	.041		
21	.81	.004	.74	.005	.70	.010	.69	.008	.68	.010	.68	.009		
21	.71	.039	.67	.041	.65	.039	.64	.038	.63	.048	.63	.045		
22	.77	.008	.73	.006	.70	.008	.68	.009	.67	.010	.67	.008		
22	.73	.026	.66	.044	.65	.035	.64	.041	.63	.046	.62	.049		
23	.78	.005	.72	.007	.70	.007	.68	.007	.67	.010	.67	.009		
23	.70	.047	.65	.048	.64	.046	.63	.045	.63	.044	.62	.043		
24	.79	.003	.71	.008	.69	.006	.68	.008	.67	.010	.66	.010		
24	.71	.032	.67	.030	.64	.041	.64	.035	.62	.041	.62	.046		
25	.76	.007	.70	.009	.68	.010	.67	.009	.66	.009	.66	.009		
25	.72	.022	.66	.033	.64	.037	.63	.038	.62	.039	.61	.049		

Gambar 4. 3 V Tabel (Aiken, 1985)

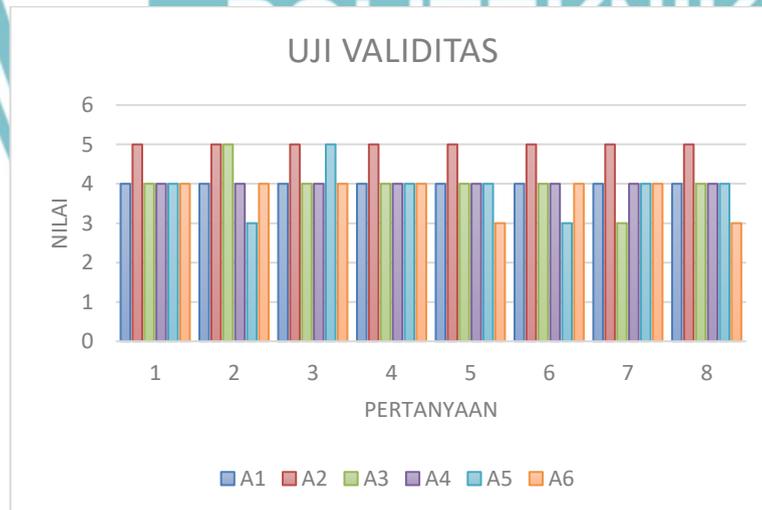
Data berikut diperoleh dari 6 responden yang telah mengisi 8 kuisisioner (5 pertanyaan ergonomi, *safety* dan 3 pertanyaan berdasarkan waktu), dimana para validator merupakan ahli di bidang alat press *brake chamber* (lihat Tabel 4.2). Respon diukur menggunakan jawaban 1 hingga 5, dengan kategori mulai dari tidak setuju, kurang setuju, netral, setuju, hingga sangat setuju, dimana skor 1 menunjukkan sangat tidak setuju dan skor 5 sangat setuju. Selain itu, pada tabel juga disajikan nilai rata-rata indeks V untuk masing-masing pertanyaan.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 2 Hasil Data Para Ahli

No.	AHLI												Sum (s)	V
	A1	s1	A2	s2	A3	s3	A4	s4	A5	s5	A6	s6		
1	4	3	5	4	4	3	4	3	4	3	4	3	19	0,95
2	4	3	5	4	5	4	4	3	3	2	4	3	19	0,95
3	4	3	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	20	1,00
4	4	3	5	4	4	3	4	3	4	3	4	3	19	0,95
5	4	3	5	4	4	3	4	3	4	3	3	2	18	0,90
6	4	3	5	4	4	3	4	3	3	2	4	3	18	0,90
7	4	3	5	4	3	2	4	3	4	3	4	3	18	0,90
8	4	3	5	4	4	3	4	3	4	3	3	2	18	0,90
Rata Rata A														0,93

Data di atas menunjukkan 4 poin di angka yang sama yakni 0,90 pada nomor 5, 6, 7, 8, serta 3 poin di angka 0,95 pada nomor 1, 2, 4. Sedangkan, poin tertinggi mencapai angka 1,00 pada nomor 3. Rata-rata V indeks menunjukkan angka 0,93 yang dimana angka tersebut melebihi angka V tabel. Dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan alat press *brake chamber* telah memenuhi kriteria validitas serta mencapai standar kenyamanan penggunaan dan aspek keamanan yang diharapkan.



Gambar 4. 4 Uji Validitas

4.3.2 Uji Kelayakan Alat

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah uji kelayakan. Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat press *brake chamber* dinyatakan layak atau tidak dalam mencapai tujuan untuk kerja (*performance objectives*). Penentuan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kategori kelayakan pada tahap ini mengacu pada kriteria yang dikemukakan oleh Arikunto (2016), dengan perhitungan menggunakan rumus yang tercantum pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Kategori Penilaian Kelayakan Produk

No.	Interval	Rentang Skor	Kategori
1.	$> (Mi + 1,5 Sdi)$	$X > 3,25$	Sangat Layak
2.	$(Mi \text{ sd. } Mi + 1,5 Sdi)$	2,50 sd. 3,25	Layak
3.	$(Mi - 1,5 Sdi) \text{ sd. } Mi$	1,75 sd. 2,50	Cukup Layak
4.	$< (Mi - 1,5 Sdi)$	$< 1,75$	Kurang Layak

Keterangan:

$$Mi = \frac{1}{2} (\text{skor maksimal ideal} + \text{skor minimal ideal})$$

$$= \frac{1}{2} (4 + 1) = 2,50$$

$$SDi = \frac{1}{6} (\text{skor maksimal ideal} - \text{skor minimal ideal})$$

$$= \frac{1}{6} (4 - 1) = 0,50$$

Dari persamaan diatas dapat diketahui pengkategorian penilaian kelayakan produk, yang kemudian dijelaskan secara rinci pada tabel 4.4. Pada tabel tersebut, terdapat 4 tingkat kelayakan instrumen yang dikembangkan, yaitu sangat layak, layak, cukup layak, dan kurang layak.

Tabel 4. 4 Kategori Penilaian Kelayakan

No.	Rentang Skor	Frekuensi	Persentase (%)	Kategori
1.	$3,25 < X$	6	75	Sangat Layak
2.	$2,51 < X \leq 3,25$	2	25	Layak
3.	$1,75 < X \leq 2,50$	0	0	Cukup Layak
4.	$X < 1,75$	0	0	Kurang Layak

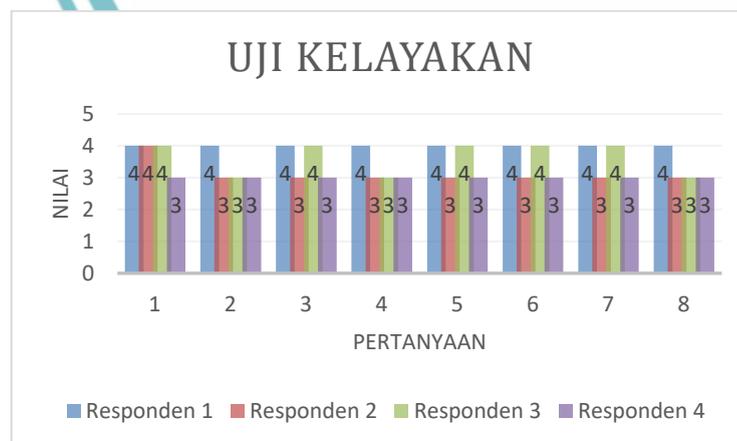
Tahap selanjutnya adalah melakukan uji kelayakan untuk mengetahui apakah alat tersebut layak digunakan. Penilaian kelayakan ini melibatkan 4 validator, 8 pertanyaan, dan menggunakan 4 rentang nilai sebagai acuan. Hasil dari uji kelayakan tersebut disajikan secara rinci dalam Tabel 4.5.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 5 Hasil Uji Kelayakan

No .	Responden 1	Responden 2	Responden 3	Responden 4	Rata-rata	Kategori
1.	4	4	4	3	3,75	Sangat Layak
2.	4	3	3	3	3,25	Layak
3.	4	3	4	3	3,5	Sangat Layak
4.	4	3	3	3	3,25	Layak
5.	4	3	4	3	3,5	Sangat Layak
6.	4	3	4	3	3,5	Sangat Layak
7.	4	3	4	3	3,5	Sangat Layak
8.	4	3	3	3	3,25	Layak
Rata-Rata Total (X)					3,44	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.5 mengenai hasil uji kelayakan, dapat disimpulkan bahwa instrumen yang diuji memperoleh rata-rata total sebesar 3,44. Penilaian ini didasarkan pada tanggapan dari 4 responden terhadap 8 butir pertanyaan. Dari hasil tersebut, enam pertanyaan memperoleh kategori “sangat layak” dan 2 pertanyaan memperoleh kategori “layak”. Secara keseluruhan instrumen yang diuji masuk dalam kategori sangat layak, karena nilai rata-rata ($X = 3,44$) berada pada rentang ($X > 3,25$) sesuai dengan rumus penilaian kelayakan pada tabel 4.3.



Gambar 4. 5 Uji Kelayakan



4.4 Hasil Pengamatan

Hasil pengamatan terhadap alat press otomatis berbasis mikrokontroller yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan inovasi signifikan dalam proses perbaikan *brake chamber* pada kendaraan berat. Penelitian yang terbaru ini menghadirkan solusi dengan memanfaatkan dongkrak elektrik yang menggantikan metode konvensional yang masih bersifat manual dan beresiko tinggi. Dengan desain ergonomis dan integrasi sensor ultrasonik serta remot Kontrol, alat ini mampu menekan waktu kerja secara drastis dari rata-rata 6 menit menjadi hanya 37 detik, sekaligus meningkatkan keselamatan kerja teknisi. Keberhasilan alat ini divalidasi melalui uji kelayakan dengan skor rata-rata 3,44 dan hasil Aiken's V sebesar 0,95, yang membuktikan bahwa alat ini sangat layak dan sesuai dengan standar keselamatan kerja. Inovasi ini menjadi kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi perawatan sistem rem udara, menjawab kebutuhan industri akan efisiensi, presisi, dan keamanan kerja yang lebih tinggi dalam menangani komponen vital seperti *brake chamber*.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta