



p-ISSN 2085-8507  
e-ISSN 2722-3280

# TECHNOLOGIC

VOLUME 15 NOMOR 1 | JUNI 2024

## POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

[www.polytechnic.astra.ac.id](http://www.polytechnic.astra.ac.id)

Email: [editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id](mailto:editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id)

## DEWAN REDAKSI

### Technologic

**Ketua Editor:**

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. (Politeknik Astra)

**Dewan Editor:**

Lin Prasetyani, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I (Politeknik Astra)

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng (Politeknik Negeri Sriwijaya)

**Mitra Bestari:**

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Prof. Dr. Ir. Muhammad Mukhlisin MT., IPM. (Politeknik Negeri Semarang)

Dr. Ir. Sirajuddin, ST., MT., IPU (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng (Politeknik Negeri Sriwijaya)

**Asisten Editor:**

Asri Aisyah, A.md. (Politeknik Astra)

Kristina Hutajulu, S.Kom. (Politeknik Astra)

**Kantor Editor:**

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

[www.polytechnic.astra.ac.id](http://www.polytechnic.astra.ac.id)

Email: [editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id](mailto:editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id)

## **EDITORIAL**

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 15 No. 1, Edisi Juni 2024.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Juni 2024 kali ini berisi 12 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, dan semoga di tahun 2024 semakin sukses dan berjaya, tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas jurnal, Jurnal Technologic sudah menggunakan OJS versi 3, dalam rangka persiapan akreditasi jurnal, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar persiapan tersebut lancar dan mendapat hasil yang maksimal.

Selamat membaca!

## DAFTAR ISI

<b>MENINGKATKAN BENEFIT PADA PROSES PENGURASAN AIR DARI KONTROL ELEKTRIK KE KONTROL PNEUMATIK, PADA SISTEM UDARA BERTEKANAN</b>	<b>1</b>
Yohanes Climacus Utama, Fauzan Arya Ramadani, Ade Susilo, Afitro Adam Nugraha, Andreas Edi Widyartono	
<b>MENINGKATKAN EFEKTIVITAS PROSES <i>PURGING ENGINE DIESEL</i> MENGGUNAKAN <i>DIESEL PURGING KIT</i> BERBASIS ARDUINO UNO DI PT ASTRA INTERNATIONAL ISUZU SALES <i>OPERATION CABANG CIPUTAT</i></b>	<b>7</b>
Prio Sembodo, Ajib Rosadi, Busrah , Afitro Adam Nugraha, Rusdi Febriyanto	
<b>ALTERNATIF DESAIN STRUKTUR BAJA BENTANG 24 METER STRUKTUR BANGUNAN 3 LANTAI</b>	<b>15</b>
Sofian Arissaputra, Ananda Aprillia	
<b>RANCANG BANGUN ALAT <i>SCALING PORTABEL</i> UNTUK MENURUNKAN WAKTU <i>DOWNTIME</i> PADA <i>DIES</i> TIPE M DI PT. GZB</b>	<b>22</b>
Ferdhika Ariansyah, Nursim	
<b>REKAYASA SISTEM PEMANTAU LEVEL SUSPENSI BELAKANG PADA UNIT KOMATSU DUMP TRUCK HD785-7 DI PT XYZ SITE BATULICIN</b>	<b>28</b>
Elroy FKP Tarigan, Teguh Ramadhan, Nur Rofiq Syuhada	
<b>OPTIMALISASI PROSES DENGAN METODE <i>COMMONIZE BOOTH B</i> UNTUK <i>MATERIAL X** TWO TONE KANSAI PAINT</i> di <i>LINE TOPCOAT ASSEMBLY PLANT</i></b>	<b>35</b>
Akmal Mukhtariz, Andreas Edi Widyartono, Yohanes P Agung Purwoko, Mahardhika Amri, Rusdi Febriyanto	
<b>PEMANFAATAN ENERGI ANGIN <i>COOLING TOWER</i> SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DI AREA <i>PAINTING</i> PT ASTRA DAIHATSU MOTOR KARAWANG</b>	<b>42</b>
Lukman Wijanarno, Ajib Rosadi, Hadiyanto, Afitro Adam Nugraha	
<b>RANCANG BANGUN UNIVERSAL <i>TOOL BIT</i> UNTUK PENGENCANGAN MUR PENGUNCI <i>TIE ROD</i></b>	<b>49</b>
Yusak Faqih Wibowo, Yohanes C. Utama, dan Ajib Rosadi, Afitro Adam Nugraha	
<b>ANALISA POMPA <i>COOLING WATER SUPPLY</i> UNTUK MENGHASILKAN STANDAR POMPA YANG EFISIEN DI <i>COOLING TOWER</i> 4 PT EFG</b>	<b>56</b>
Fendi Ridho Febriyanto, Yohanes P Agung Purwoko, Ade Susilo, Rusdi Febriyanto	
<b>PEMBUATAN JIG POSITIONING UNTUK MENGURANGI <i>CYCLE TIME</i> PROSES <i>ASSY UNIT</i> PEMASANGAN <i>NUT SPRING M5</i> KE <i>LIGHT ASSY FRONT COMB</i> PADA <i>STATION 456 TYPE MU26</i> DI PT.XYZ</b>	<b>64</b>
Nensi Yuselin, Muhamad Usman	

**MENURUNKAN *CYCLE TIME STOCK OPNAME IMPORT PARTS* DENGAN *PATTERN SUPPLY FORM*  
*BERBASIS WEBSITE* DI *ASSEMBLING K-LINE 5* PT ASTRA DAIHATSU MOTOR **71****

Rudi Kiswanto, Yohanes Climacus Utama, Afitro Adam Nugraha, dan Pramastya Widya Naluri

**TINJAUAN PERBANDINGAN METODE PERHITUNGAN VOLUME TIMBUNAN DI PROYEK SIERRA  
INTERCULTURAL SCHOOL SECARA MANUAL DAN FOTOGRAMETRI **79****

Merdy Evalina Silaban , Muhammad Fajri Eka Prakasa

## RANCANG BANGUN UNIVERSAL *TOOL BIT* UNTUK PENGENCANGAN MUR PENGUNCI *TIE ROD*

Yusak Faqih Wibowo, Yohanes C. Utama, dan Ajib Rosadi, Afitro Adam Nugraha\*  
 Mesin Otomotif, Politeknik Astra, Jl. Gaharu Blok F3 No. 1 Delta Silicon II, Cibatu Lippo Cikarang, Cikarang  
 Selatan, Bekasi 17530, Indonesia  
 E-mail: [afitroadam22@gmail.com](mailto:afitroadam22@gmail.com)\*

*Abstract-- Precise tightening of tie rod lock nuts is a crucial aspect in maintaining the safety and optimal performance of a vehicle's steering system. The primary challenge in this process is the impracticality of tightening using torque wrenches connected to shock wrenches due to limited accessibility and the difficult-to-reach location of the lock nuts. To address this obstacle, researchers have designed an effective solution in the form of a torque wrench extension made from S45C steel. This torque wrench extension allows technicians to tighten tie rod lock nuts that were previously inaccessible using shock wrenches, while also applying the required torque specified for the application. The objective of this study is to evaluate the effectiveness of using the torque wrench extension to enhance the accuracy of tightening tie rod lock nuts at UPT Otomotif Politeknik Astra. Experiments were conducted by applying the torque wrench extension to several vehicles brought into the Automotive workshop at UPT Otomotif Politeknik Astra. Due to the inability to tighten lock nuts with shock wrenches, a direct comparison between the tightening using the torque wrench extension and conventional tightening methods could not be performed on the tie rod lock nuts. Therefore, the comparative tightening was executed on sample nuts. The research findings demonstrate that the utilization of the torque wrench extension significantly improves the accuracy of tightening tie rod lock nuts with lower error rates compared to conventional tightening methods. This discovery suggests the effective application of the torque wrench extension as a solution to enhance the accuracy of tie rod lock nut tightening, not only at UPT Otomotif Politeknik Astra but also at other locations. Implementing the torque wrench extension will effectively contribute to maintaining the safety and optimal performance of a vehicle's steering system while reducing the potential risks arising from improper tightening.*

*Keywords: tie rod tightening, torque wrench extension, accuracy, UPT Otomotif Politeknik Astra.*

**Abstrak--** Pengencangan yang tepat pada *tie rod* merupakan aspek krusial dalam menjaga keamanan dan kinerja optimal sistem kemudi kendaraan. Tantangan utama dalam proses ini adalah tidak mungkin dilakukan pengencangan menggunakan kunci torsi yang dihubungkan dengan kunci *shock*. Untuk mengatasi hambatan ini, peneliti merancang sebuah solusi efektif berupa ekstensi kunci torsi yang terbuat dari baja S45C. Ekstensi kunci torsi ini memungkinkan para teknisi untuk mengencangkan mur pengunci *tie rod* yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan dengan kunci *shock*, serta mengencangkannya dengan torsi yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan ekstensi kunci torsi dalam meningkatkan akurasi pengencangan mur pengunci *tie rod* di UPT Otomotif Politeknik Astra. Eksperimen dilakukan dengan menerapkan ekstensi kunci torsi pada beberapa kendaraan yang masuk ke bengkel UPT Otomotif Politeknik Astra. Karena tidak dimungkinkan mengencangkan mur pengunci dengan kunci *shock*, perbandingan antara pengencangan menggunakan ekstensi kunci torsi dan pengencangan konvensional tidak dapat dilakukan secara langsung pada mur pengunci *tie rod* sehingga perbandingan pengencangan akan dilakukan pada mur sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ekstensi kunci torsi secara signifikan meningkatkan akurasi pengencangan mur pengunci *tie rod* dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan dengan metode pengencangan konvensional. Temuan ini menyarankan penggunaan ekstensi kunci torsi sebagai solusi yang efektif dalam meningkatkan akurasi pengencangan mur pengunci *tie rod*, tidak hanya di UPT Otomotif Politeknik Astra, tetapi juga di lokasi lain. Penerapan ekstensi kunci torsi ini akan secara efektif membantu menjaga keamanan dan kinerja optimal sistem kemudi kendaraan, sambil mengurangi risiko potensial dari masalah akibat pengencangan yang tidak tepat.

**Kata Kunci:** pengencangan *tie rod*, ekstensi kunci torsi, ketepatan, UPT Otomotif Politeknik Astra.

**I. PENDAHULUAN**

Sistem kemudi pada kendaraan memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keamanan dan kinerja optimal saat berkendara. Salah satu komponen kritis dalam sistem kemudi adalah *tie rod*, yang berfungsi untuk menghubungkan roda depan dengan mekanisme kemudi[1]. Pengencangan yang tepat pada *tie rod* merupakan faktor yang sangat vital dalam memastikan stabilitas dan keamanan kendaraan.

Namun, dalam praktik pengencangan *tie rod*, seringkali dihadapi kendala utama, yaitu aksesibilitas yang terbatas dan posisi *lock nut* yang sulit dijangkau. *Lock nut* merupakan komponen yang berperan dalam mengunci *tie rod* agar tetap berada dalam posisi yang benar dan menjaga kekencangannya. Pengencangan yang tidak tepat pada *lock nut* dapat menyebabkan ketidakstabilan pada *tie rod*, yang pada gilirannya berpotensi menyebabkan gangguan pada sistem kemudi[2]. Jika *tie rod* sudah rusak penyalarsan kemudi tidak dapat dilakukan. Masalah penyalarsan ini tidak dapat diperbaiki sampai *tie rod* yang rusak diganti. Bahkan ada kasus dimana *tie rod* menjadi patah seperti pada gambar1.



Gambar 1. Patah *Tie Rod* pada Kendaraan (sumber: autotrends.org)

Tabel 1. Kendaraan yang Melakukan Pekerjaan Berhubungan dengan *Tie rod*

Merek	Bulan							Total
	7	8	9	10	11	12	1	
Daihatsu					1			1
Honda	1					1		2
Hyundai				1				1
Isuzu	1							1
Kia	1							1
Mercedes Benz							1	1
Mitsubishi		1						1
Peugeot	1							1
Suzuki	1					1		2
Toyota	2	4		1	1		2	1
<b>Total</b>	7	5	0	2	2	2	3	21

Berdasarkan data pada tabel 1, ada 21 pengerjaan yang berkaitan dengan *tie rod* dan tidak ada satupun yang pengencangannya dipastikan sesuai spesifikasi.

Dalam praktiknya, pengencangan *lock nut tie rod* sering dilakukan hanya dengan menggunakan kunci pas. Namun, pengencangan nya tidak dapat dipastikan sesuai spesifikasi pengencangan. Hal ini dapat mengakibatkan pengencangan yang tidak optimal dan tidak sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan.

Untuk mengatasi tantangan ini, peneliti dalam penelitian ini mengembangkan *torque wrench extension* yang menggunakan material baja S45C. *Torque wrench extension* ini dirancang khusus untuk memberikan aksesibilitas yang lebih baik pada *lock nut tie rod* yang sulit dijangkau, sehingga memungkinkan teknisi untuk melakukan pengencangan dengan tingkat ketepatan yang diperlukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan *torque wrench extension* dalam meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* di UPT Otomotif Politeknik Astra. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, di mana *torque wrench extension* tersebut diimplementasikan pada beberapa kendaraan yang masuk ke bengkel UPT Otomotif Politeknik Astra. Perbandingan langsung antara pengencangan menggunakan *torque wrench extension* dan pengencangan konvensional tidak bisa dilakukan pada *lock nut tie rod*, dikarenakan aksesibilitas yang terbatas dan posisi *lock nut* yang sulit dijangkau sehingga perbandingan tingkat ketepatannya akan disimulasikan dengan *lock nut* yang sudah dipisahkan dari mekanisme kemudi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *torque wrench extension* dapat meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan dengan pengencangan menggunakan alat kunci konvensional. Temuan ini menunjukkan potensi *torque wrench extension* sebagai solusi untuk meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* di UPT Otomotif Politeknik Astra maupun di lokasi sejenis lainnya. Penggunaan *torque wrench extension* akan membantu menjaga keamanan dan kinerja optimal pada sistem kemudi kendaraan, serta mengurangi risiko potensial yang dapat ditimbulkan oleh pengencangan tidak tepat.

Berdasarkan latar belakang di atas, selanjutnya akan membahas landasan teori yang relevan dengan penelitian ini, termasuk konsep dasar tentang pengencangan *tie rod*.

**II. METODE PENELITIAN**

**A. Desain Penelitian**

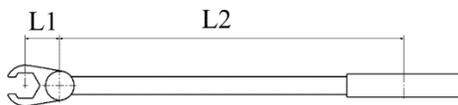
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengevaluasi penggunaan *torque wrench extension* yang dibuat sendiri dengan material baja S45C dalam meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* di UPT Otomotif Politeknik Astra[11].

**B. Pembuatan *Torque wrench extension***

*Torque wrench extension* dibuat secara konvensional menggunakan material baja S45C. Proses pembuatan melibatkan perancangan desain, pemotongan material, pengeboran lubang, pengikiran, dan penyelesaian permukaan. *Torque wrench extension* yang dihasilkan harus memenuhi spesifikasi yang diperlukan dalam pengencangan *lock nut tie rod*.

**C. Cara Menghitung Torsi pada *Torque wrench extension***

Penghitungan torsi pada *torque wrench extension* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:[12]



$$T' = L2 / (L1 + L2) * T$$

<b>T'</b>	Pembacaan kunci torsi (Nm)
<b>T</b>	Torsi (Nm)
<b>L1</b>	Panjang ekstensi kunci torsi (cm)
<b>L2</b>	Panjang kunci torsi (cm)

**D. Pengumpulan Sampel**

Sampel penelitian terdiri dari beberapa kendaraan yang masuk ke bengkel UPT Otomotif Politeknik Astra. Kendaraan-kendaraan tersebut dipilih secara acak untuk mewakili berbagai jenis dan model kendaraan yang umum ditemui. Selain itu juga dipilih beberapa pasangan mur dan baut sebagai sampel agar pengencangan menggunakan *torque wrench extension* dapat dibandingkan dengan pengencangan menggunakan kunci konvensional(*shock*).

**E. Persiapan Alat dan Material dalam Pengujian**

- *Torque wrench extension*:  
*Torque wrench extension* yang dibuat sendiri dipasang pada *torque wrench*. *Torque wrench*

harus dikalibrasi terlebih dahulu untuk memastikan akurasi torsi yang diberikan.

- Kunci *Shock*: Kunci *shock* yang digunakan sebagai pembanding juga harus dikalibrasi untuk memastikan akurasi torsi yang diberikan.

**F. Prosedur Pengujian**

- *Torque wrench extension*(di kendaraan): Teknisi menggunakan *torque wrench extension* untuk melakukan pengencangan *lock nut tie rod* pada kendaraan yang dipilih. Torsi yang diberikan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh produsen kendaraan. Setiap pengencangan dicatat beserta nilai torsi yang diberikan.
- *Torque wrench extension*(pada mur sample): Teknisi menggunakan *torque wrench extension* untuk melakukan pengencangan pada sample mur yang dipilih. Torsi yang diberikan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh produsen kendaraan. Setiap pengencangan dicatat beserta nilai torsi yang diberikan.
- Kunci *Shock*(pada mur sample): Teknisi menggunakan kunci *shock* sebagai pembanding untuk melakukan pengencangan *lock nut* pada nut yang berada di luar kendaraan. Torsi yang diberikan juga dicatat untuk setiap pengencangan.

**G. Pengukuran dan Pencatatan Data**

Setiap pengencangan menggunakan *torque wrench extension* dan kunci *shock*, torsi yang diberikan diukur menggunakan alat pengukur torsi yang akurat. Data torsi yang diberikan dicatat untuk setiap pengujian.

**H. Analisis Data**

Data yang terkumpul dianalisis untuk membandingkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* antara *torque wrench extension* yang dibuat sendiri dan kunci *shock*. Perbandingan dilakukan berdasarkan tingkat kesalahan dan deviasi torsi yang diberikan.

**I. Evaluasi dan Interpretasi Hasil**

Hasil analisis akan dievaluasi dan diinterpretasikan untuk menarik kesimpulan mengenai efektivitas penggunaan *torque wrench extension* yang dibuat sendiri dalam meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* di UPT Otomotif Politeknik Astra. Relevansi hasil penelitian dengan kebutuhan perbaikan dan perawatan kendaraan juga akan dibahas.

Metode penelitian ini akan memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai

penggunaan *torque wrench extension* yang dibuat sendiri dalam konteks pengencangan *tie rod*. Dengan demikian, akan dapat diketahui sejauh mana *torque wrench extension* dapat meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* dan memberikan rekomendasi penggunaannya di UPT Otomotif Politeknik Astra maupun tempat lain.

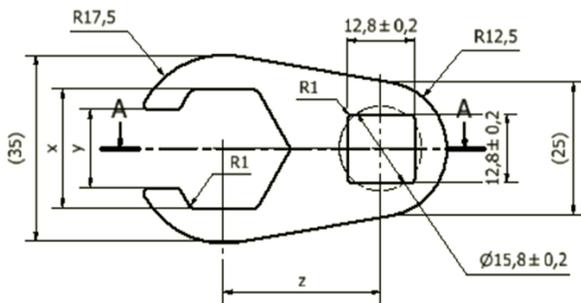
**III.HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Perancangan *Torque wrench extension***

*Torque wrench extension* dirancang dengan mempertimbangkan dimensi, material, dan spesifikasi yang diperlukan untuk pengencangan *lock nut tie rod* dengan aksesibilitas terbatas. Proses perancangan melibatkan langkah-langkah berikut:

- Perancangan Dimensi:

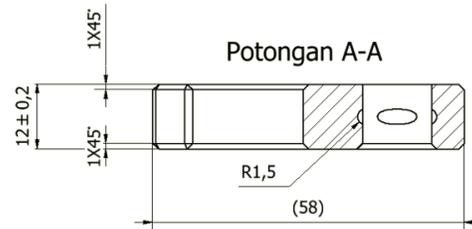
Dimensi *torque wrench extension* ditentukan berdasarkan aksesibilitas *lock nut tie rod* yang sulit dijangkau. Panjang *torque wrench extension* dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mencapai *lock nut* dengan mudah. Diameter dan bentuk ujung *torque wrench extension* juga dirancang agar sesuai dengan *lock nut tie rod* yang akan dikencangkan. Berikut adalah desain dari *torque wrench extension*.



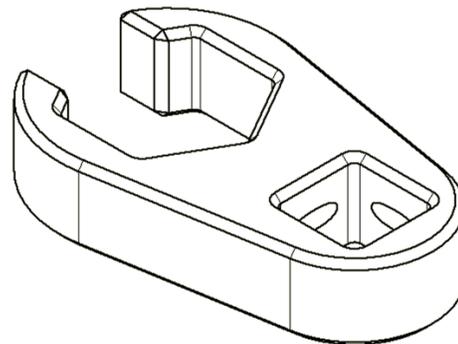
Gambar 2. Nampak Atas *Torque Wrench Extension*.

Tabel 2. Spesifikasi Dimensi *Torque Wrench Extension*

	x	y	z
SW17	17	12,5	27
SW19	19	12,5	28
SW22	22	14,5	30



Gambar 3. Gambar Potongan *Torque Wrench Extension*.



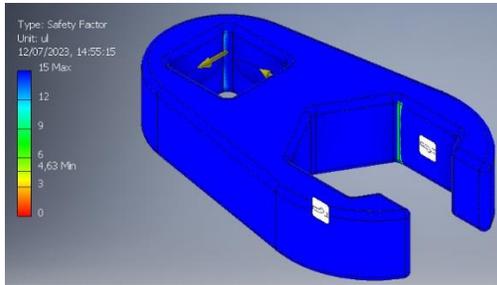
Gambar 4. Gambar Isometri *Torque Wrench Extension*.

- Pemilihan Material:

Material yang digunakan dalam pembuatan *torque wrench extension* adalah baja S45C. Baja S45C dipilih karena memiliki kekuatan dan kekerasan yang memadai untuk menangani torsi yang dihasilkan saat pengencangan.

- Uji Desain:

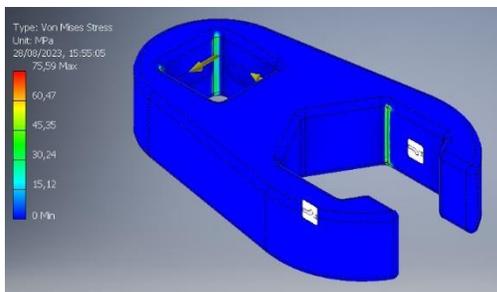
Sebelum melakukan manufaktur *torque wrench extension*, dilakukan uji desain untuk memastikan kesesuaian dimensi dan kekuatan. Uji desain dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak simulasi Autodesk inventor 2019. Uji desain akan memberikan gambaran tentang kinerja dan keandalan *torque wrench extension* dalam kondisi pengujian yang sesungguhnya. Berikut adalah hasil pengujian desain *torque wrench extension* dengan parameter *safety factor* dan *von mises stress*.



Gambar 5. Uji Desain pada Torsi Puntir 100Nm dengan Parameter Hasil *Safety Factor*.

Tabel 3. Hasil Uji Desain pada Torsi 100Nm.

Ukuran	<i>Safety factor</i>	
	Max.	Min.
SW17	15	8,18
SW19	15	4,65
SW22	15	4,54



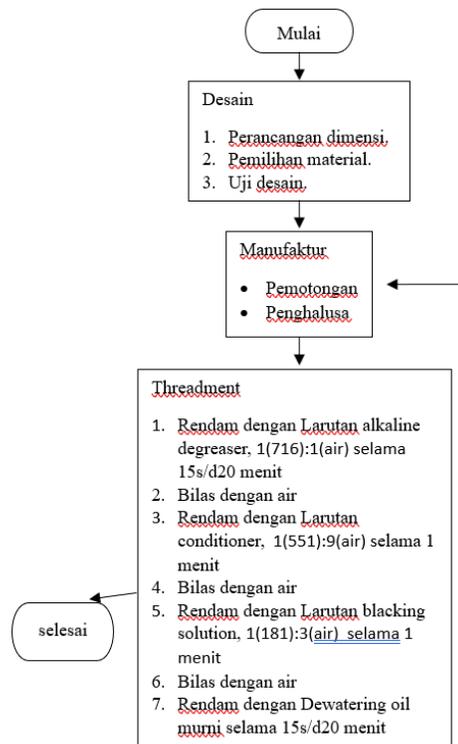
Gambar 6. Uji Desain pada Torsi Puntir 100Nm dengan Parameter Hasil *Von Mises Stress*.

Tabel 4. Hasil Uji Desain pada Torsi 100Nm.

Ukuran	<i>Von mises stress</i> (MPa)	
	Max.	Min.
SW17	42,8	0
SW19	73,72	0
SW22	75,59	0

Dari data diatas dapat dipastikan bahwa baja S45C cocok digunakan untuk material *torque wrench extension* karena hasil uji desain untuk parameter *von mises stress* nominal maksimumnya kurang dari 228,67 MPa dan hasil uji desain untuk parameter *safety factor* nominal minimumnya sudah diatas 1,5[13].

• Proses Manufaktur:



Gambar 7. Diagram Alur Rancang Bangun.

Gambar 7 menampilkan alur dari proses rancang bangun. Setelah uji desain, dilakukan pemotongan material baja S45C sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan. Lubang-lubang yang diperlukan untuk menghubungkan *torque wrench extension* dengan *torque wrench* dikerjakan menggunakan proses pengeboran. Selanjutnya, dilakukan pengikiran dan penyelesaian permukaan untuk memastikan *torque wrench extension* memiliki kehalusan permukaan yang sesuai dan aman digunakan. Selanjutnya, dilakukan blacked untuk memastikan *torque wrench extension* tahan terhadap karat.

B. Hasil Perancangan *Torque wrench extension*

Setelah proses perancangan dan manufaktur, diperoleh *torque wrench extension* yang siap digunakan dalam pengencangan *lock nut tie rod*. *Torque wrench extension* yang dibuat memiliki spesifikasi dan dimensi yang sesuai dengan kebutuhan pengencangan. *Torque wrench extension* dapat dipasang pada *torque wrench* untuk melakukan pengencangan *lock nut tie rod* dengan torsi yang tepat. Berikut adalah gambar dari *torque wrench extension* yang telah dirancang dan telah melewati proses manufaktur.



Gambar 8. *Torque Wrench Extension* yang Telah Melewati Proses Manufaktur.

**C. Hasil Pengujian dan Analisis**

Pada pengujian, *torque wrench extension* yang dibuat sendiri digunakan untuk mengencangkan *lock nut tie rod* pada kendaraan yang masuk ke bengkel UPT Otomotif Politeknik Astra. Selama pengujian, torsi yang diberikan pada setiap pengencangan dicatat. Berikut merupakan data pengencangan *lock nut* kendaraan.

Tabel 5. Spesifikasi Pengencangan *Lock Nut Tie Rod*

Merek	Model	Torsi(N.m)
Toyota	Innova	56
Toyota	Agya	37
Toyota	Camry	74
Toyota	Sienta	74,5
Toyota	Yaris	74,5
Honda	Mobilio	44
Mitsubishi	Mirage	34
Honda	Brio	44
Kia	Picanto	60-70

Hasil dari pengujian dan analisis data torsi akan memberikan informasi tentang efektivitas *torque wrench extension* yang dibuat sendiri dalam

meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod*. Analisis akan mencakup perbandingan antara torsi yang diberikan menggunakan *torque wrench extension* dengan torsi yang diberikan menggunakan kunci *shock* pada nut yang berada di luar kendaraan.

Tabel 6. Perbandingan Pengencangan Menggunakan Kunci Torsi yang Terhubung ke Exstensi Kunci Torsi dengan Kunci Torsi yang Terhubung Kunci *Shock*

No.	ukuran	Pengencangan (Nm)			Selisih Torsi (Nm)
		Torque Wrench Extension		Kunci Shock (Pembanding)	
		Pada Kendaraan	Pada Mur		
1	SW17	32	32	34	2
2	SW19	62	62	66	4
3	SW22	70	70	75	5

Selain itu, analisis juga akan memperhatikan deviasi torsi yang terjadi pada pengencangan dengan menggunakan *torque wrench extension*. Hal ini akan memberikan gambaran tentang keakuratan dan konsistensi *torque wrench extension* dalam memberikan torsi yang sesuai dengan spesifikasi.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, dapat ditarik kesimpulan mengenai keefektifan penggunaan *torque wrench extension* yang dibuat sendiri dalam meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod*. Hasil ini dapat menjadi dasar untuk merekomendasikan penggunaan *torque wrench extension* sebagai solusi yang efektif dan akurat dalam pengencangan *tie rod* di UPT Otomotif Politeknik Astra dan juga dapat diterapkan pada tempat lain yang menghadapi tantangan serupa.

**IV. KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *torque wrench extension* memberikan solusi efektif dalam meningkatkan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* di UPT Otomotif Politeknik Astra. *torque wrench extension* menggunakan material baja S45C, memungkinkan aksesibilitas yang lebih baik pada *lock nut tie rod* yang sulit dijangkau, sehingga teknisi dapat mengencangkannya dengan torsi yang sesuai spesifikasi.

*Torque wrench extension* menunjukkan potensi peningkatan ketepatan pengencangan *lock nut tie rod* dibandingkan dengan penggunaan konvensional. Analisis menunjukkan bahwa penggunaan *torque wrench extension* menghasilkan tingkat kesalahan dan deviasi torsi yang lebih rendah, menghasilkan pengencangan yang lebih akurat dan konsisten, yang

pada gilirannya membantu menjaga keamanan dan kinerja optimal pada sistem kemudi kendaraan.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. C. LMS, "Tie Rods," 2023. <https://www.ljcreatelms.com/Course.aspx?courseID=1339&courseBlockID=39894&componentID=1100> (accessed Jun. 27, 2023).
- [2] A. H. Falah, M. A. Alfares, and A. H. Elkholy, "Failure investigation of a tie rod end of an automobile steering system," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 14, no. 5, 2007, doi: 10.1016/j.engfailanal.2006.11.045.
- [3] M. Harrer and P. Pfeffer, *Steering handbook*. 2016. doi: 10.1007/978-3-319-05449-0.
- [4] U. P. Kulkarni, M. M. H. Gowda, and H. K. Venna, "Effect of Tie Rod Length Variation on Bump Steer," in *SAE Technical Papers*, 2016. doi: 10.4271/2016-28-0201.
- [5] R. A. and J. J. J. W. Serway, *Physics for Scientists and Engineers.*, 6th ed. Brooks Cole, 2003.
- [6] S. John H, "Torque-measuring wrench," May 18, 1931
- [7] D. H. Peterson, "Torque-wrench extension," Jan. 1981.
- [8] Japan Standards, "S45C JIS G 4051," Jan. 2020.
- [9] R. Gscheidle, *Modern Automotive Technology*, 2nd ed., vol. 2nd. Padefrborn: Europe-lehrmittel, 2014.
- [10] multibaja.com, "Pentingnya Mengencangkan Baut dengan Torsi yang Tepat." <https://multibaja.com/index.php?route=pavblog/blog&id=22> (accessed Jun. 28, 2023).
- [11] S. Benet, R. Dupre, and J. Wilson, "Best Practices for Tightening Bolted Flange Connections Utilizing a *Torque wrench* with an Extension," in *American Society of Mechanical Engineers, Pressure Vessels and Piping Division (Publication) PVP*, 2022. doi: 10.1115/PVP2022-83963.
- [12] norbar, "*Torque wrench* Extension Formula," Oct. 20, 2016. <https://www.norbar.com/Support/Calculators/Torque-Wrench-Extension-Formula> (accessed Jul. 29, 2023).
- [13] The Engineering ToolBox, "Factors of Safety," 2010. [https://www.engineeringtoolbox.com/factors-safety-fos-d\\_1624.html](https://www.engineeringtoolbox.com/factors-safety-fos-d_1624.html) (accessed Aug. 28, 2023).