PERANCANGAN DAN ANALISIS *LOADER* INPUT MESIN TEMPERING PADA *LINE PRODUKSI HOT COIL SPRING* PT. XYZ

Aditya Nugraha [1], Agustinus Wisnu Setiawan [1], Yudha Samudra [1]

[1] Program Studi Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 01, Karangasem, Laweyan, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57145

aditya.nugraha@atmi.ac.id [1]

Abstrak

Loader merupakan alat pendukung produksi yang berfungsi untuk memindahkan benda kerja dari satu tempat ke tempat lainnya. *Loader* pada *input* mesin *tempering* memiliki prinsip kerja dengan memindahkan benda berupa *hot coil spring* dari *chain conveyor* menuju konveyor yang ada pada mesin *tempering* sebagai proses *input* benda kerja. Permasalahan utama yang terjadi pada *loader* adalah kapasitas angkut yang terbatas yaitu 6 benda kerja dalam satu *cycle* dan terdapat getaran akibat konstruksi *loader* yang mengayun pada saat perpindahan material. Rancangan baru *loader* pada *input* mesin *tempering* diperlukan untuk meningkatkan kapasitas angkut benda kerja minimal sebesar 50% sesuai dengan permintaan pihak industri dan meminimalkan getaran akbibat gerakan mengayun. Proses perancangan *loader input* mesin *tempering* menggunakan metode VDI 2222. Hasil penelitian berupa rancangan baru *loader* yang memiliki dimensi total sebesar 6000 × 1810 × 3845 mm. Hasil perhitungan dan analisis konstruksi menunjukkan bahwa *loader* dapat meningkatan kapasitas angkut benda kerja hingga 66% yaitu 10 pcs *coil spring*, dan cycle time menurun 29%, dari 11 detik menjadi 7,79 detik.

Kata kunci : *hot coil spring, loader*, metode VDI 2222.

Abstract

Loader is a production support tool that functions to move workpieces from one place to another. The loader at the input of the tempering machine has a working principle by moving objects in the form of hot coil springs from the chain conveyor to the conveyor on the tempering machine as a workpiece input process. The main problem that occurs with the loader is the limited transport capacity of 6 workpieces in one cycle and there is vibration due to the loader construction that swings when moving material. A new loader design at the input of the tempering machine is needed to increase the workpiece transport capacity by at least 50% according to industry requests and minimize vibrations due to swinging movements. The design process for the input loader of the tempering machine uses the VDI 2222 method. The results of the study are in the form of a new loader design that has total dimensions of 6000 × 1810 × 3845 mm. The results of the calculations and construction analysis show that the loader can increase the workpiece carrying capacity by up to 66%, namely 10 pcs coil springs, and the cycle time decreases by 29%, from 11 s to 7.79 s.

Key words : *hot coil spring, loader, VDI 2222 method.*

PENDAHULUAN

Industri otomotif merupakan salah satu sektor andalan yang memiliki kontribusi cukup besar terhadap perekonomian nasional Indonesia. Industri otomotif nasional menunjukkan perkembangan yang terbilang atraktif dalam beberapa tahun terakhir [1]. Pertumbuhan sektor otomotif berada di atas pertumbuhan ekonomi nasional dengan pertumbuhan cukup signifikan sejak kuartal kedua 2021 sehingga mampu meneruskan tren pemulihan hingga mencapai 10,26% pada kuartal ketiga 2022.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi sistem material *handling*, khususnya melalui penggunaan mekanisme translasi, mampu meningkatkan efisiensi proses produksi secara signifikan. Mekanisme berbasis translasi seperti *ball screw* terbukti memberikan tingkat akurasi yang lebih tinggi serta mampu mereduksi getaran dibandingkan dengan mekanisme konvensional berbasis engsel [2] [3]. Selain itu, penerapan analisis numerik menggunakan Finite Element Analysis (FEA) pada tahap perancangan memungkinkan evaluasi kekuatan dan distribusi tegangan struktur secara komprehensif sebelum implementasi aktual di lapangan [4]. Dalam konteks metodologi desain, pendekatan sistematis seperti VDI 2222 telah banyak digunakan dalam perancangan sistem mekanik kompleks karena mampu mengakomodasi

proses pengembangan produk secara terstruktur dan terintegrasi [5] [6].

PT. XYZ selaku perusahaan manufaktur me-rupakan salah satu kontributor di industri otomotif yang memproduksi komponen kendaraan berupa *hot coil spring*. *Hot coil spring* memiliki permintaan pasar yang kian meningkat sejalan dengan perkembangan industri otomotif. Semakin besarnya permintaan *output* produksi, alat produksi yang digunakan diharapkan memiliki kemampuan yang memadahi untuk dapat memenuhi tuntutan yang ada. Fasilitas produksi yang memiliki peranan penting dalam proses produksi *hot coil spring* salah satunya adalah *loader* yang berada pada *input* mesin *tempering*.

Loader merupakan alat pendukung produksi yang berfungsi untuk mengangkat dan memindahkan benda kerja [7]. *Loader* pada *input* mesin *tempering* memiliki prinsip kerja dengan memindahkan benda berupa *hot coil spring* dari *chain conveyor* menuju konveyor mesin *tempering* sebagai proses *input* / memasukkan benda kerja. Konstruksi *loader* yang terpasang memiliki sistem pergerakan horizontal berupa engsel, salah satu ujung konstruksi *loader* terikat pada bagian atas rangka. Konstruksi *loader* menggunakan silinder *pneumatic* sebagai komponen pendorong dan dapat bergerak ke arah horizontal dengan cara mengayun, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Permasalahan utama yang terjadi pada *loader* adalah kapasitas angkut yang terbatas yaitu 6 benda kerja dalam satu *cycle*, terdapat getaran akibat konstruksi *loader* yang mengayun pada saat perpindahan material, dan *cycle time* sebesar 11 detik dalam satu kali proses kerja. Posisi konstruksi *loader* yang berada pada *input* mesin *tempering* membuat bagian pencekam benda kerja memiliki suhu yang cukup tinggi, yaitu hingga 100°C akibat radiasi termal.

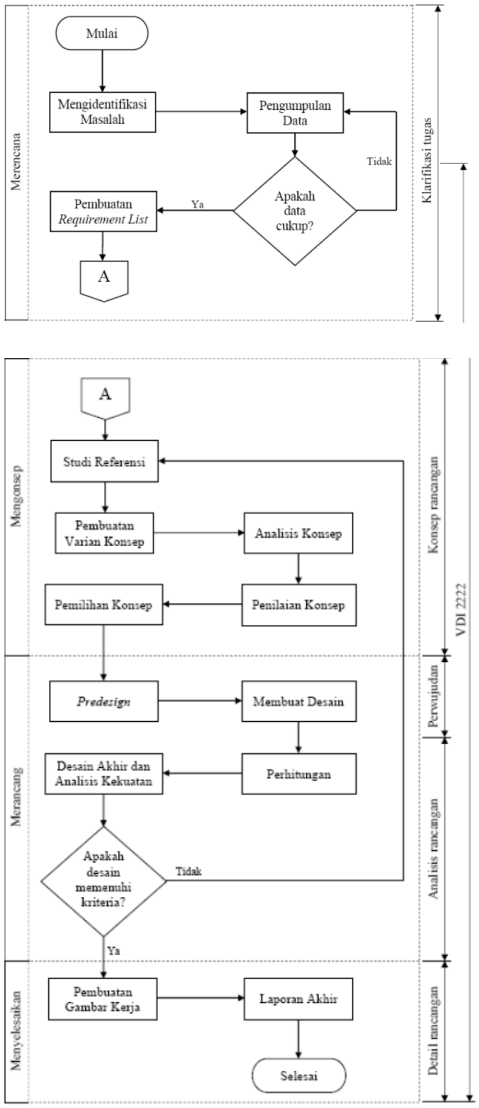


Gambar 1 Konstruksi Lama Loader

Berdasarkan kondisi konstruksi *loader* yang ada, PT. XYZ selaku pihak industri meminta untuk dilakukan perancangan ulang terhadap konstruksi *loader* pada *input* mesin *tempering*. Pihak industri juga meminta untuk dilakukan peningkatan kapasitas angkut *loader* menjadi 10 pcs. Perhitungan kekuatan dan analisis akan digunakan untuk menguji tingkat kekakuan konstruksi sehingga didapatkan gerakan mengayun yang minim. Proses perancangan konstruksi dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor keamanan sehingga dapat dioperasikan dengan aman. Kebaruan penelitian ini terletak pada Transformasi mekanisme *loader* dari sistem ayun berbasis engsel menjadi sistem translasi berbasis ball screw, integrasi *dual-axis control* (servo + motor induksi) untuk meningkatkan presisi positioning, peningkatan performa signifikan yang belum dicapai pada penelitian sebelumnya terkait *loader* industri.

METODE PENELITIAN

Verein Deutsche Ingenieuer (VDI) 2222 adalah metode perancangan yang digunakan dalam penelitian dengan konsep sistem [8]. Tahap perancangan menurut VDI 2222 dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu merencana, mengonsep, merancang, dan menyelesaikan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Tahap Merencana

Tahap merencana terdiri dari tiga kegiatan, yaitu identifikasi masalah pada konstruksi lama *loader*, pengumpulan data sebagai bahan pendukung penelitian, dan pembuatan *requirement list* (Tabel 1) sebagai acuan dalam membuat desain. Adapun identifikasi masalah bertujuan untuk menentukan permasalahan-permasalahan yang menjadi dasar dilakukannya penelitian. Pengumpulan data dapat berasal dari hasil pengamatan langsung, wawancara, maupun dokumentasi.

Tabel 1 Requirement List

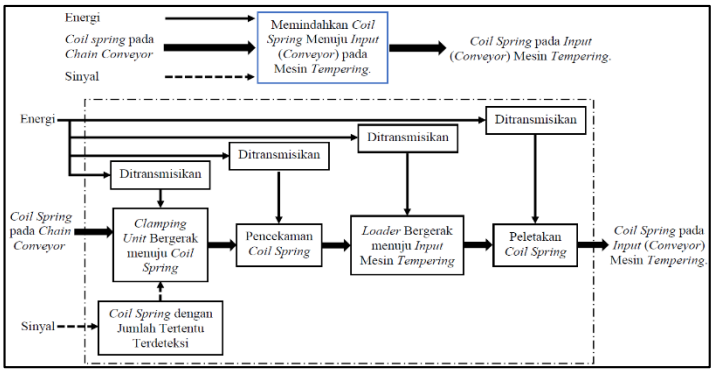
	Persyaratan	Kuantifikasi	Ket.
1	**Persyaratan Utama**		
1.1	Panjang Langkah	- Tinggi dari lantai : 1.900 - 2.000 mm - Pergerakan panjang minimal : 750 mm	
1.2	Getaran yang minim		
1.3	Kapasitas angkut	- Jumlah benda : 6 - 10 pcs - Diameter luar benda : 98 - 178 mm - Panjang maksimal benda : 250 mm - Berat maksimal tiap benda : 4.57 kg	
1.4	Kecepatan *cycle time*	- Lebih cepat dari 11 detik	
1.5	Suhu kerja	- Pada beberapa bagian konstruksi dapat bekerja pada suhu hingga 100°C	
2	**Persyaratan Minimum**		
2.1	Umur pakai	≥ 3 Tahun	IV
2.2	Penggunaan bebas perawatan	Pelumasan tipis pada permukaan yang bergesekan	II
2.3	Material konstruksi kuat dan ringan		III
2.4	Termin	Agustus 2023	IV
3	**Keinginan / Harapan**		
3.1	Penggunaan ruang efisien		
3.2	Perakitan mudah		
3.3	Perawatan mudah		

Keterangan Persyaratan:
IV : Sangat penting sekali II : Penting
III : Sangat penting I : Tidak penting

Pembuatan *requirement list* secara umum dilakukan dengan mengacu pada hal-hal penting yang dibutuhkan oleh pihak industri.

Tahap Mengonsep

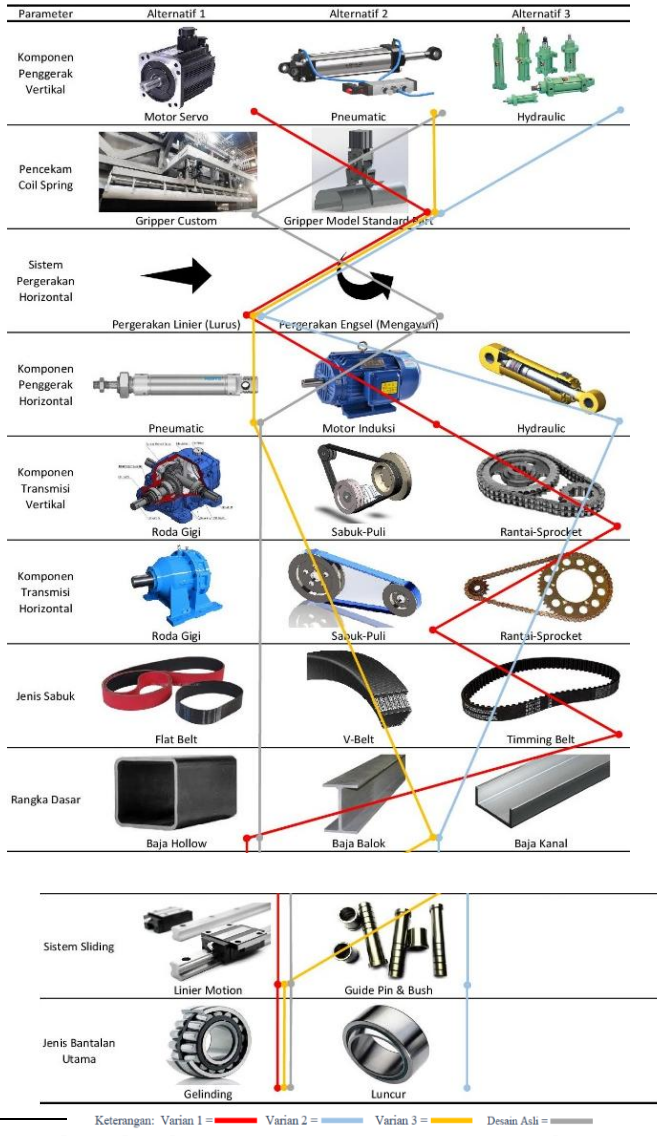
Tahap mengonsep diawali dengan pembuatan struktur fungsi. Struktur fungsi digunakan sebagai dasar pembuatan konsep varian dalam penelitian. *Loader input* mesin *tempering* secara umum ber-fungsi sebagai pemindah *coil spring* dari *chain conveyor* menuju konveyor pada mesin *tempering* yang dapat didefinisikan sesuai Gambar 3.



Gambar 3 Struktur fungsi

Setelah mendefinisikan struktur fungsi konstruksi *loader*, tahap mengonsep dilanjutkan dengan membuat varian konsep. Pembuatan varian konsep dilakukan dengan menggunakan morfologi desain seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Morfologi Desain



Morfologi desain yang dibuat menghasilkan tiga varian baru dan satu varian lama. Masing-masing konsep dari varian baru dianalisis dan dinilai berdasarkan penilaian teknis dan juga ekonomis untuk menentukan varian terbaik. Penilaian varian konsep dengan beberapa aspek dan pembobotan tertentu dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

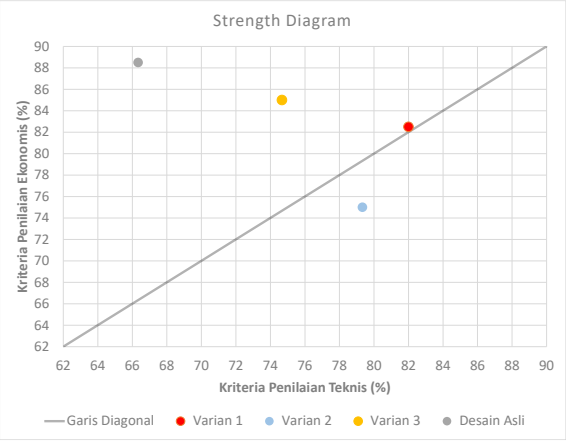
Tabel 3 Penilaian Teknis

Kriteria Penilaian Teknis	Bobot	Varian 1		Varian 2		Varian 3		Desain Asli		Nilai Ideal	
		Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai
Kekuatan Konstruksi	3	7	21	10	30	8	24	7	21	10	30
Efektifitas Gerakan	5	10	50	8	40	7	35	8	40	10	50
Ketepatan Posisi	4	9	36	7	28	6	24	6	24	10	40
Keamanan Konstruksi	3	8	24	9	27	8	24	7	21	10	30
Kemudahan Perawatan	2	7	14	8	16	9	18	8	16	10	20
Kemudahan Perakitan	2	6	12	7	14	8	16	7	14	10	20
Faktor Kebisingan	2	8	16	6	12	6	12	5	10	10	20
Tingkat Getaran	5	9	45	7	35	7	35	5	25	10	50
Keandalan	4	7	28	9	36	9	36	7	28	10	40
Total		71	246	71	238	68	224	60	199	90	300
Nilai Teknis		0.82		0.793		0.747		0.663		1	
Presentase (%)		82		79.3		74.7		66.3		100	
Peringkat		1		2		3		4			

Tabel 4 Penilaian Ekonomis

Kriteria Penilaian Ekonomis	Bobot	Varian 1		Varian 2		Varian 3		Desain Asli		Nilai Ideal	
		Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobo x Nila
Biaya Bahan Baku Material	5	9	45	6	30	7	35	9	45	10	50
Biaya Standard Part	4	8	32	8	32	9	36	9	36	10	40
Biaya Permesinan	3	8	24	8	24	9	27	9	27	10	30
Biaya Perakitan	3	8	24	8	24	9	27	8	24	10	30
Biaya Perawatan	3	8	24	8	24	9	27	9	27	10	30
Biaya Desain	2	8	16	8	16	9	18	9	18	10	20
Total		49	165	46	150	52	170	53	177	60	200
Nilai Teknis		0.825		0.75		0.85		0.885		1	
Presentase (%)		82.5		75		85		88.5		100	
Peringkat		3		4		2		1			

Berdasarkan penilaian teknis dan penilaian ekonomis yang telah dilakukan, pemilihan varian konsep terbaik dapat dipertimbangkan dengan menggunakan *strength diagram* seperti pada Gambar 4. Pemilihan varian konsep terbaik dipilih berdasarkan varian dengan nilai / *rating* paling mendekati garis diagonal dengan arah sumbu positif. *Strength diagram* menunjukkan bahwa varian konsep 1 merupakan konsep terbaik karena memiliki *rating* yang paling mendekati garis diagonal positif.

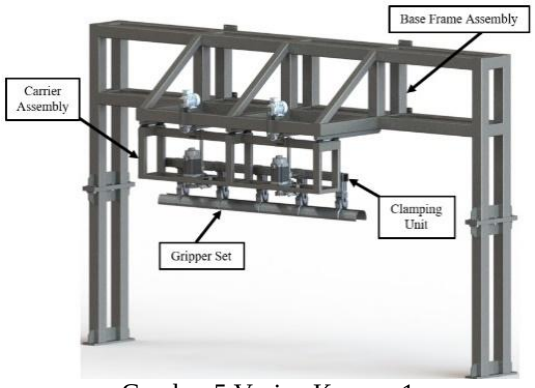


Gambar 4 Strength Diagram

Tahap Merancang

Tahap merancang diawali dengan proses *predesign*. *Predesign* meliputi proses pembuatan daftar urutan komponen yang akan dirancang dan pengumpulan referensi berupa katalog *standard part* maupun data-data lain yang berhubungan dengan desain yang akan dibuat. Proses selanjutnya dalam tahap merancang adalah proses membuat desain dari varian konsep terpilih yang dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Solidworks*. Tahap merancang diselesaikan dengan proses perhitungan dan analisis hasil desain. Proses perhitungan dan analisis bertujuan untuk memastikan desain yang dibuat apakah dapat memenuhi kebutuhan / standar tertentu atau tidak. Perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan standar rumus-rumus perhitungan dan analisis terhadap kekuatan konstruksi *loader* menggunakan FEA pada *software Solidworks*.

Varian konsep 1 sebagai konsep terpilih direalisasikan ke dalam bentuk desain rancangan pada tahapan proses merancang. Varian konsep 1 merupakan alternatif desain konstruksi yang memiliki dasar penggerak berupa motor listrik. Motor listrik yang digunakan sebagai penggerak dengan arah sumbu vertikal adalah motor *servo* dan horisontal adalah motor induksi. Motor listrik akan ditransmisi-kan ke komponen *screw shaft* sehingga dapat melakukan pergerakan ke arah vertikal maupun horizontal dengan jarak / posisi tertentu. Komponen transmisi yang digunakan untuk *axis* vertikal berupa rantai dan *sprocket*, sedangkan pada *axis* horizontal berupa sabuk dan puli (*pulley*). Penggunaan meka-nisme motor dan *shaft screw* memungkinkan konstruksi varian konsep 1 seperti pada Gambar 5, untuk dapat menentukan jarak pergerakan seefisien mungkin.



Gambar 5 Varian Konsep 1

Tahap Menyelesaikan

Tahap menyelesaikan terdiri dari proses pem-buatan gambar kerja dan laporan akhir. Pembuatan gambar kerja dilakukan setelah didapatkan desain akhir yang telah melalui proses

analisis. Gambar kerja secara umum dibuat dalam bentuk gambar 2D dan 3D dengan tampilan berupa *assembly* maupun detail dari *sub-assembly*. Proses akhir dari kegiatan penelitian menggunakan metode VDI 2222 adalah membuat kesimpulan dari rangkaian kegiatan perancangan yang telah selesai dilakukan sebagai penutup suatu laporan konstruksi. Rang-kuman seluruh rangkaian kegiatan penelitian dapat dituliskan dalam laporan akhir.

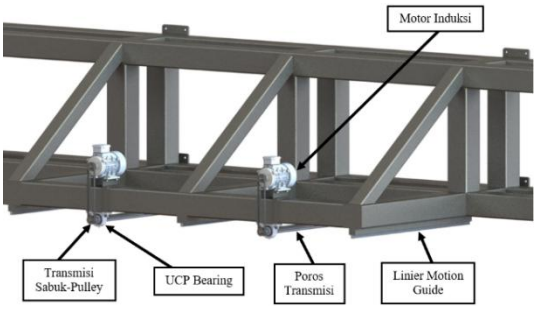
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan

Rancangan konstruksi *loader input* mesin *tempering* pada *line* produksi *hot coil spring* dibuat berdasarkan konsep varian terpilih yang telah melalui proses penilaian baik secara teknis maupun ekonomis. Rancangan konstruksi *loader* dibagi ke dalam 4 *sub-assembly* / bagian utama yang terdiri dari *base frame assembly*, *carrier assembly*, *clamping unit*, dan *gripper set*. *Base frame assembly* merupakan bagian *loader* yang berfungsi sebagai penopang / penyangga utama konstruksi secara keseluruhan. *Carrier assembly* pada *loader* berfungsi untuk memungkinkan konstruksi bergerak secara horizontal, sedangkan *clamping unit* untuk memungkinkan bergerak secara vertikal. Proses pencekaman benda kerja berupa *coil spring* pada konstruksi *loader* dilakukan oleh *gripper set* yang secara keseluruhan berjumlah 5 unit. Secara umum konstruksi *loader input* mesin *tempering* pada *line* produksi *hot coil spring* memiliki dimensi total sebesar 6000 × 1810 × 3845 mm.

Base Frame Assembly

Base frame assembly terdiri dari beberapa komponen rangka, *ball screw*, motor induksi, *bearing*, *pulley*, sabuk, *linier motion guide*, seperti terlihat pada Gambar 6. Komponen rangka pada *base frame assembly* dibuat dengan kombinasi besi plat dan *hollow* berjenis MS (*Mild Steel*) yang disatukan menggunakan proses pengelasan. Rangka dasar dibuat dengan mempertimbangkan ukuran dan posisi pemasangan konstruksi lama *loader*. Motor induksi yang ter-pasang pada rangka berfungsi sebagai penggerak poros transmisi untuk memungkinkan terjadinya pergerakan horisontal pada sistem melalui transmisi sabuk-*pulley*. Komponen *linier motion guide* sebanyak 3 unit digunakan sebagai penyangga beban dari *carrier assembly* dan sekaligus sebagai pemandu pergerakan horizontal.

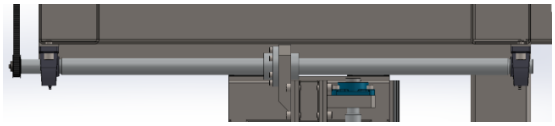


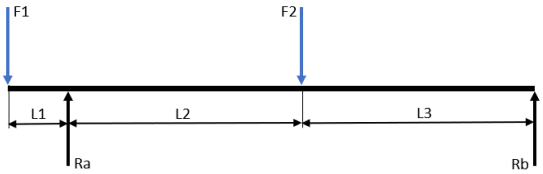
Gambar 6 Base Frame Assembly

Rancangan *base frame assembly* yang dibuat akan dipasangkan pada lantai pabrik dan juga dinding / *body* mesin *tempering* sesuai dengan *layout* pabrik yang ada. *Base frame assembly* memiliki dimensi total sebesar 6000 × 1810 × 1995 mm. Perhitungan yang digunakan sebagai dasar pemilihan jenis / spesifikasi komponen akan dijabarkan lebih lanjut sebagai berikut:

a. Perhitungan poros transmisi

Poros transmisi pada *base frame assembly* berupa *ball screw* akan dipasangkan dengan sebuah *ball screw bearing* untuk membentuk sistem pergerakan horizontal pada *loader*. Ukuran diameter minimum poros transmisi dapat ditentukan berdasarkan besaran dan posisi beban yang diterima (momen bengkok), serta jenis material poros yang digunakan. Posisi pem-bebanan dan ilustrasi gaya pada poros transmisi dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.


Gambar 7 Poros Transmisi *Base Frame Assembly*



Gambar 8 Ilustrasi Gaya pada Poros

Beban total komponen transmisi F1 dan *carrier assembly* F2kN yang diterima oleh *ball screw* adalah 2,453 N dan 866,604 N. Panjang L1, L2, dan L3 secara berurutan adalah 80, 595, dan 595 mm. Nilai Ra dan Rb dapat dihitung dengan menggunakan rumus kesetimbangan:

$$\Sigma F_y = 0 \quad \text{.....(1)}$$

$$\Sigma M_a = 0 \quad \text{.....(2)}$$

Sehingga, didapatkan nilai Ra dan Rb sebesar 435,92 N dan 433,137 N. Ra > Rb, maka Ra

digunakan untuk mencari momen bengkok maksimal dan berfungsi sebagai momen virtual (M_v) pada perhitungan diameter minimal poros. Batas tekuk (σ_{bD}) dan angka keamanan (V) yang dimiliki *ball screw* adalah 625 N/mm^2 dan 2,5. Berdasarkan data yang ada, dapat ditentukan tegangan bengkok ijin sementara ($\overline{\sigma_b}'$), momen virtual (M_v), dan diameter inti sementara (d_k') dengan rumus sebagai berikut:

$$\overline{\sigma_b}' = \frac{\sigma_{bD}}{V} \quad \text{.....(3)}$$

$$M_v = \text{Ra (L2 + L3)} \quad \text{.....(4)}$$

$$d_k' = \sqrt[3]{\frac{M_v}{0{,}1 \times \overline{\sigma_b}'}} \quad \text{.....(5)}$$

Berdasarkan perhitungan maka didapat-kan faktor kekasaran permukaan (b_1), faktor ukuran (b_2), angka efek lekuk (β_k), dan angka keamanan (V) sebesar 0,95, 0,9, 2, dan 1,5. Data hasil perhitungan dapat digunakan untuk me-nentukan tegangan bengkok ijin sebenarnya ($\overline{\sigma_b}$) dan diameter inti sebenarnya (d_k) untuk me-ngetahui diameter minimal poros (d) sesuai dengan rumus berikut:

$$\overline{\sigma_b} = \frac{\sigma_{bD} \times b_1 \times b_2}{\beta_k \times V} \quad \text{.....(6)}$$

$$d_k = \sqrt[3]{\frac{M_v}{0{,}1 \times \overline{\sigma_b}}} \quad \text{.....(7)}$$

$$d = d_k + t_1 \quad \text{.....(8)}$$

Perhitungan menghasilkan ukuran dia-meter minimal poros (d) sebesar 30,766 mm. Diameter minimal poros yang dipilih untuk desain konstruksi dengan menyesuaikan diameter dalam bearing adalah 35 mm.

b. Perhitungan sabuk / *belt*

Jenis komponen penerus transmisi yang digunakan untuk pergerakan horizontal pada *loader* adalah transmisi sabuk-*pulley*. Jenis *pulley* yang digunakan adalah *timming pulley* dengan kode produk **PTPP30P5M150-A-N19**. Dimensi *timming belt* dapat ditentukan dari diameter *pulley* yang digunakan dan jarak antar sumbu yang diperlukan, kemudian disesuaikan dengan panjang sabuk yang tersedia pada katalog. Ukuran diameter dan jarak sumbu *pulley* diketahui sebesar 46,6 mm dan 331,9 mm. Per-hitungan dalam pemilihan panjang *timming belt* (ℓ) dapat menggunakan rumus berikut:

$$\ell = 2 \times \text{jarak sumbu} + \text{keliling } pulley \quad (9)$$

Maka, didapatkan hasil perhitungan pan-jang *timming belt* yang diperlukan sebesar 810, 198 mm. Panjang *timming belt* yang tersedia di katalog dan paling mendekati hasil perhitungan adalah 810 mm.

c. Perhitungan motor induksi

Komponen penggerak yang digunakan dalam pergerakan horizontal adalah motor induksi yang dilengkapi dengan *encoder* sebagai pengatur koordinat pergerakan. Pemilihan jenis motor induksi dilakukan dengan memper-timbangkan kapasitas torsi, ukuran poros, dan kecepatan putaran motor. Ukuran poros motor dipilih dengan menyesuaikan ukuran pasangan *pulley*. Beban total yang diterima motor didapat-kan dari total massa semua poros, *pulley*, dan komponen lain yang berkaitan secara langsung dengan sistem transmisi, dikalikan dengan per-cepatan gravitasi (g) dan koefisien gesek (fc). Torsi yang akan digunakan sebagai dasar pemilihan spesifikasi motor induksi didapat berdasarkan beban *axial* (F_2), *pitch* (Ph) poros transmisi / *ball screw*, dan angka keamanan (V). Per-hitungan torsi minimal yang dibutuhkan motor menggunakan rumus berikut:

$$\tau = \frac{F_2 \times Ph}{2 \times \pi} \times V \quad \text{.....(10)}$$

Perhitungan torsi memiliki hasil bahwa motor induksi yang digunakan sebagai peng-gerak sistem horizontal harus memiliki torsi lebih dari 1.260 Nm.

d. Perhitungan umur pakai *bearing*

Jenis *bearing* yang dipakai untuk me-numpu poros transmisi pergerakan horizontal adalah *bearing* UCP . *Bearing* UCP 207 memiliki kapasitas beban dinamis (C) sebesar 15.400 N. *Bearing* me-nerima beban (P) sebesar 435,92 N, memiliki nilai konstanta (q) sebesar 3, dan memiliki kece-patan putaran (n) sebesar 910 Rpm. Perhitungan umur pakai bearing (L_h) dapat menggunakan rumus berikut:

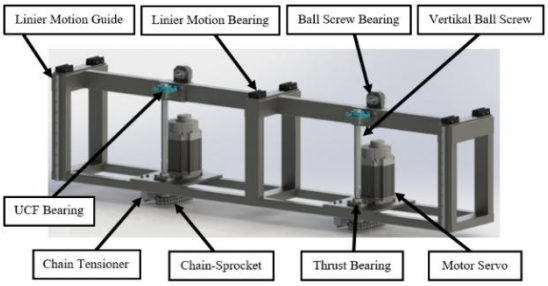
$$\left(\frac{C}{P}\right)^q = \frac{L_h \times n \times 60}{10^6} \quad \text{.....(11)}$$

Sehingga, umur pakai *bearing* UCP 207 adalah $807{,}512 \times 10^6$ jam.

Carrier Assembly

Carrier assembly merupakan bagian dari *loader* yang berfungsi sebagai pembawa atau tempat meletakkan komponen-komponen *loader* yang ber-fungsi sebagai sistem pergerakan vertikal. *Carrier assembly* terdiri dari komponen rangka, poros trans-misi vertikal, *thrust bearing*, *ball screw bearing*, motor *servo*, *sprocket*, *chain tensioner*, *linier motion guide*, *linier motion bearing*, yang dapat dilihat pada Gambar 9. Rangka pada *carrier assembly* menggunakan kombinasi besi plat dan *hollow* ber-jenis MS. Komponen penggerak vertikal yang digunakan adalah motor *servo* yang dilengkapi dengan *encoder* sebagai sensor titik koor-dinat dan *electromagnetic brake* untuk menahan beban pada saat berhenti, serta menggunakan pa-sangan *chain-*

sprocket sebagai penyalur sistem transmisi. *Carrier assembly* memiliki 6 buah *linier motion bearing* pada bagian atas rangka dan 2 buah *linier motion guide* pada salah satu sisi samping rangka sebagai pemandu pergerakan vertikal. *Carrier assembly* juga memiliki 2 buah *ball screw bearing* pada bagian atas rangka yang berfungsi sebagai penghubung poros transmisi horisontal.



Gambar 9 Carrier Assembly

Carrier assembly memiliki dimensi total sebesar 2750 × 425 × 771 mm. Beberapa perhitungan yang digunakan sebagai dasar pemilihan komponen pada *carrier assembly* akan dijabarkan sebagai berikut:

a. Perhitungan poros transmisi

Poros transmisi yang digunakan pada *carrier assembly* adalah *ball screw* yang dipasang-kan dengan *ball screw bearing* untuk membentuk sistem pergerakan vertikal pada *loader*. Perhitungan beban minimum yang perlu diangkat oleh setiap poros vertikal *ball screw* (W) didapatkan dari jumlah total massa benda kerja (m.BK) dan *clamping unit* (m.CU), kemudian dikalikan dengan per-cepatan gravitasi (g) dan dibagi dengan jumlah sistem transmisi, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$W = \frac{(10 \times m.BK + m.CU) \times g}{2} \quad \text{.....(12)}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa beban minimal yang harus diangkat oleh masing-masing vertikal *ball screw* adalah 1,030 kN. Tipe pasangan vertikal *ball screw* dan *ball screw bearing* yang dipilih memiliki kapasitas beban *axial* statis sebesar 91,5 kN, sehingga dapat dinyatakan bahwa tipe yang digunakan memenuhi dasar perhitungan elemen konstruksi.

b. Perhitungan rantai / *chain*

Komponen penerus transmisi pada sistem pergerakan vertikal pada *loader* adalah transmisi *chain-sprocket*. Penggunaan tipe transmisi *chain-sprocket* bertujuan untuk memastikan *loader* dapat menahan beban pada koordinat ketinggian tertentu dengan aman. Jenis *sprocket* yang di-gunakan adalah *two-row sprocket.* Dimensi dan jumlah mata rantai dapat ditentukan dari diameter *sprocket* yang digunakan dan jarak antar sumbu yang di-perlukan. Ukuran diameter dan jarak sumbu *sprocket* diketahui sebesar 91,62 mm dan 175 mm. Perhitungan dalam pemilihan panjang rantai (ℓ) dan jumlah rantai (n) dapat menggunakan rumus berikut:

$$\ell = 2 \times \text{jarak sumbu} + \text{keliling rantai} \quad \text{(13)}$$

$$n = \frac{\text{Panjang total lintasan rantai}}{\text{Pitch rantai}} \quad \text{.....(14)}$$

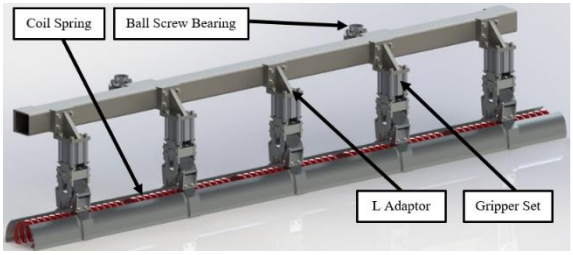
Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan ukuran panjang lintasan rantai yang diperlukan adalah 637,833 mm dan jumlah mata rantai yang dibutuhkan adalah 34 unit.

c. Perhitungan motor *servo*

Komponen penggerak yang digunakan dalam pergerakan vertikal adalah motor *servo* yang dilengkapi dengan *encoder* sebagai sensor titik koordinat dan *electromagnetic brake* untuk menahan beban pada saat berhenti. Pemilihan jenis motor *servo* dilakukan dengan mem-pertimbangkan kapasitas torsi, ukuran poros, dan kecepatan putaran motor yang seminim mungkin. Ukuran poros motor dipilih dengan menyesuai-kan ukuran *sprocket.* Beban axial total (F_2) yang diterima motor didapatkan dari total massa semua komponen yang berkaitan secara langsung dengan sistem transmisi, kemudian dikalikan percepatan gravitasi (g) dan dibagi dengan jumlah sistem transmisi. Torsi yang akan di-gunakan sebagai dasar pemilihan spesifikasi motor *servo* didapat menggunakan Rumus 10 sehingga motor *servo* yang akan digunakan sebagai penggerak sistem pergerakan vertikal harus memiliki torsi lebih besar dari 6,556 Nm.

Clamping Unit

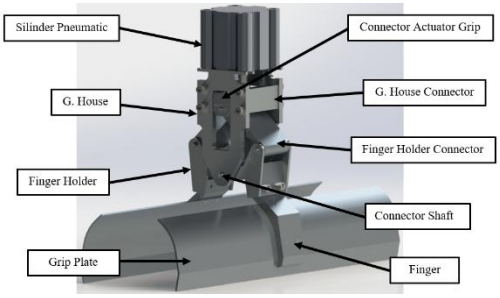
Clamping unit merupakan bagian dari loader yang dapat bergerak secara vertikal dan berfungsi sebagai dasar penempatan gripper [9]. Clamping unit terdiri dari komponen rangka, linier motion bearing, ball screw bearing, gripper set, dll. Gambar 10 menunjuk-kan bahwa clamping unit dapat mengangkut 10 pcs coil spring dengan panjang masing-masing sebesar 250 mm. Coil spring dicekam secara berjajar dengan jarak antar benda sebesar 50 mm. Clamping unit menggunakan kombinasi besi plat dan hollow berjenis MS. Rangka pada clamping unit memiliki 2 buah linier motion bearing pada salah satu sisi samping dan 2 buah ball screw bearing yang ber-hubungan dengan vertikal ball screw sebagai pem-bentuk sistem pergerakan vertikal. Clamping unit memiliki dimensi sebesar 3000 × 485 × 568 mm.



Gambar 10 Clamping Unit

Gripper Set

Gripper set adalah alat yang berfungsi sebagai pencekam benda kerja berupa *coil spring* pada konstruksi *loader*. *Gripper set* (Gambar 11) terdiri dari beberapa komponen, di antaranya yaitu silinder *pneumatic*, kerangka, *connector bush*, *grip plate*.



Gambar 11 Gripper Set

Gripper set yang terpasang pada rangka *clamping unit* berjumlah 5 buah dengan kapasitas pencekaman maksimal benda sebesar Ø 183 mm. *Gripper set* secara umum memiliki dimensi sebesar 600 × 219 × 440,5 mm. Komponen pendorong pada *gripper set* yang berfungsi sebagai penggerak mekanisme pencekaman adalah sebuah silinder *pneumatic*. Pemilihan tipe / spesifikasi Silinder *pneumatic* pada *gripper set* didasarkan pada besarnya kapasitas daya dorong dan menyesuaikan dengan ukuran rangka *gripper*. Silinder *pneumatic* pada *gripper set* menerima beban yang harus diangkat sebesar 215,231 N. Perhitungan kapasitas gaya (F) yang digunakan sebagai pertimbangan dalam memilih silinder *pneumatic* adalah sebagai berikut:

$$F = \mathrm{p} \times \mathrm{A} \quad \text{.....(15)}$$

Silinder *pneumatic* terpilih memiliki ukuran *bore* Ø80 mm dan *stroke* 50 mm. Silinder *pneumatic* juga memiliki tekanan kerja sebesar 500.000 Pa dan luasan *bore* sebesar 0,00503 m^2, sehingga memiliki kapasitas gaya se-besar 2.513,274 N. Tipe silinder *pneumatic* yang digunakan memenuhi dasar perhitungan elemen konstruksi.

Perhitungan *Cycle Time*

Perhitungan total *cycle time* pergerakan *loader* dari posisi diam hingga kembali ke posisi awal dihitung berdasarkan kecepatan pencekaman (pergerakan *pneumatic*), putaran motor (n), dan juga *pitch/revolution* (Ph) dari poros transmisi (*ball screw*). Perhitungan *cycle time* (t) secara umum dilakukan dengan mengalikan kecepatan linier ($\mathcal{V}_{linier}$) dengan panjang langkah (ℓ). Perhitungan *cycle time loader* pada kondisi optimal meng-gunakan rumus berikut:

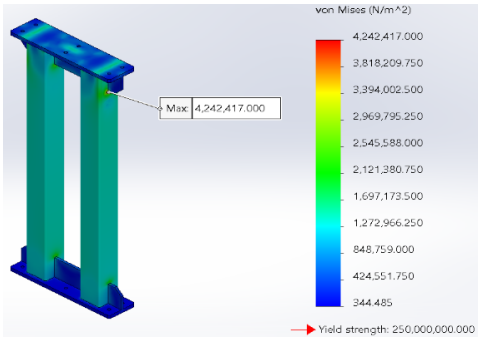
$$\mathcal{V}_{linier} = \frac{n \times \mathrm{Ph}}{60 \times 10^3} \quad \text{.....(16)}$$

$$t = \frac{\ell_1}{\mathcal{V}_{linier}} \quad \text{.....(17)}$$

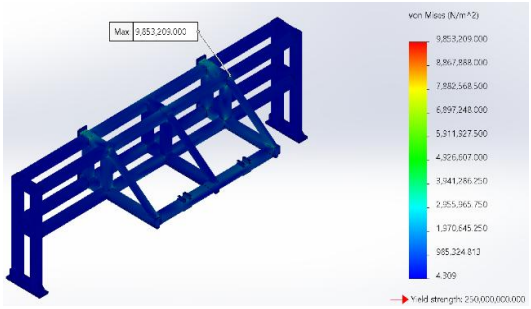
Maka, didapatkan hasil perhitungan bahwa konstruksi *loader* yang baru memiliki *cycle time* pada kondisi optimal sebesar 7,788 detik sehingga lebih cepat dari konstruksi lama *loader* yang memiliki *cycle time* sebesar 11 detik. Dibandingkan desain lama, performa dari segi kapasitas naik 66% dan *cyle time* turun 29%.

Hasil Analisis

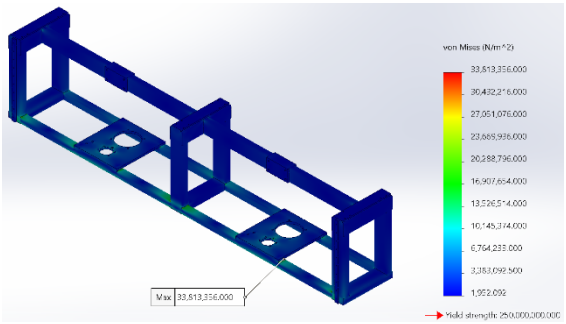
FEA pada *software Solidworks* digunakan untuk menganalisis kekuatan konstruksi *loader*, terutama pada bagian rangka. Metode FEA digunakan untuk menganalisis hasil desain dengan menyesuaikan material, *constraint*, dan *load* yang mewakili kondisi sebenarnya agar mendapatkan hasil yang seakurat mungkin [10]. Penggunaan FEA bertujuan untuk memastikan keamanan konstruksi rangka dengan membandingkan *von Mises* terhadap *yield strength* dari material rangka. Hasil analisis pada rangka *loader* menggunakan metode FEA adalah sebagai berikut:



Gambar 12 Analisis FEA *Foot Frame*



Gambar 13 Analisis FEA *Base Frame*



Gambar 14 Analisis FEA *Carrier Frame*

Hasil analisis FEA pada komponen *foot frame*, *base frame*, dan *carrier frame* menunjukkan bahwa tegangan *von Mises* yang diterima oleh masing-masing rangka sebesar 3.370 MPa, 9.853 MPa, dan 33.813 MPa. *Yield strength* maksimal yang dapat diterima masing-masing rangka dengan material *hollow* dan plat MS adalah sebesar 250.000 MPa, sehingga rangka konstruksi *loader* aman dan dapat memenuhi pembebanan yang ada. Seluruh komponen rangka memiliki *safety factor* antara 7–74 sehingga berada jauh di atas batas minimum desain (SF ≥ 2), sehingga konstruksi dinyatakan aman.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari Perancangan dan Analisis *Loader Input* Mesin *Tempering* pada *Line* Produksi *Hot Coil Spring* PT. XYZ. yaitu:

1. Rancangan *loader input* mesin *tempering* memiliki sistem pergerakan baru dengan menggunakan *ball screw* sehingga tidak terdapat lagi pergerakan mengayun sehingga menghilangkan sumber getaran utama dan memiliki kapasitas angkut lebih besar hingga 10 pcs *coil spring*, naik sebesar 66% dan cycle time menurun 29%, dari 11 detik menjadi 7,79 detik.
2. Hasil analisis FEA pada rangka menunjukkan bahwa komponen *foot frame*, *base frame*, *carrier frame*, dan *clamping frame* secara berurutan memiliki nilai *von Mises* sebesar 3.370 MPa, 9.853 MPa, dan 33.813 MPa, sedangkan *yield strength* yang dimiliki material rangka adalah 250.000 MPa dengan *safety factor* antara 7–74 sehingga dapat disimpulkan konstruksi rangka kuat dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ilyas, M. F. H. (2024). *Rancang Bangun Multiple Drilling Menggunakan Robot Lengan Dan Perencanaan Handling Station Stacking magazine Pada Proses Drilling Di PT. Yamaha Elektronik Manufacturing Indonesia (YEMI)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).Wardenier, J. 2001. *Hollow Sections in Structural Applications.* Netherlands: Comité International pour le Développement et l`Etude de la Construction Tubulaire.

[2] Li, T. J., Wang, M. Z., Zhang, Y. M., & Zhao, C. Y. (2020). Real-time thermo-mechanical dynamics model of a ball screw system based on a dynamic thermal network. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *108*(1), 613-624.

[3] Müller, J. H. (2021). *Entwicklung, Aufbau & Erprobung eines Sekundärreflektors zur experimentellen Verwendung im Hochleistungsstrahler SYNLIGHT* (Doctoral dissertation, Hochschule Kaiserslautern).

[4] Park, H., Han, J. W., Na, W., & Yu, J. (2023). Characterizing the biaxial compressive deformation behavior of epoxy polymer through cruciform experiment and finite element analysis. *Composite Structures*, *305*, 116488.

[5] Salimi, A. A. (2023). Simulasi Finite Element Analysis (Fea) Dan Fabrikasi Implan Untuk Perbandingan Kinerja Implan Kovensional Dan Custom Cruciate Retaining (Cr) Untuk Penderita Osteoarthritis Berdasarkan Rekonstruksi Data Mri/Ct Scan Tulang Lutut.

[6] Sarmidi, S., Faisal, M., Mases, Y., Nurbaiti, N., & Nuryanneti, I. (2025). Optimalisi Kinerja dan Keselamatan Kerja Melalui Implementasi Prosedur Pemeriksaan dan Pengecekan Harian (P2H) Unit Wheel Loader WA-200-5 di Pabrik Briket Tanjung Enim PT. Bukit Asam Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*, *3*(2), 260-268.

[7] Suryaman, Y., Nuridah, S., & Sagitarius, E. (2023). Analisis Pengaruh Leverage dan Rasio Aktivitas terhadap Profitabilitas Perusahaan Manufaktur Sub Sektor Otomotif dan Komponen yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2017-2022. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, *3*(4), 7835-7844.

[8] Wang, D., Zhang, S., Wang, L., & Liu, Y. (2021). Developing a ball screw drive system of high-speed machine tool considering dynamics. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *69*(5), 4966-4976.

[9] Wijaya, D. K., Hartono, B. R., Jazuli, J., & Izzhati, D. N. (2024). Optimizing product design and development of engine carbon

cleaning maintenance tools using reverse engineering and VDI 2222 methods. *OPSI*, *17*(1), 185-203.

[10] Wijaya, D. K., Hartono, B. R., Jazuli, J., & Izzhati, D. N. (2024). Optimizing product design and development of engine carbon cleaning maintenance tools using reverse engineering and VDI 2222 methods. *OPSI*, *17*(1), 185-203.Rhakasywi, D. 2015. Rancang Bangun Elemen Mesin 3D dengan *Solidworks*. *Handbook* pe-tunjuk penggunaan *software Solidworks*.

Petunjuk Umum

Panjang maksimal sebuah jurnal ilmiah adalah 6 - 8 halaman dengan penulisan spasi tunggal, *justify*, huruf Times New Roman ukuran 10 point *reguler* dan format penulisan kolom *double*. Artikel ilmiah menggunakan kertas ukuran A4 (210 x 297 mm) dengan penulisan batas tepi kiri, atas, kanan, dan bawah, secara berurutan masing-masing adalah 3 cm, 2.5 cm, 2.5 cm, dan 2.5 cm. Batas kepala dan kaki area tulisan (*header* dan *footer*) adalah 1.5 cm dan 1.3 cm. Permulaan alinea ditulis menjorok ke dalam 1 cm. Semua istilah asing dicetak miring (*italic form*).

Petunjuk Penulisan

Petunjuk penulisan antara lain sebagai berikut:

1. **Judul Jurnal Ilmiah**
   Memberi gambaran penelitian yang telah dilakukan. Berisi maksimal 15 kata. Times New Roman 11, spasi 1, spacing after 6 pt dan ditebalkan (*Bold*) (Style Judul)
2. **Nama penulis**
   - Nama penulis tanpa menggunakan gelar, ditulis di bawah judul. Jarak antara judul dan nama penulis diberi satu spasi kosong, dengan ukuran huruf Times New Roman 11 pt, Bold (Style Penulis)
   - Nama program studi dan fakultas (nama lembaga) ditulis di bawah nama penulis. Jarak antara nama penulis dan lembaga diberi satu spasi kosong, dengan ukuran huruf Times New Roman 11 pt, spacing after 6 pt (Style Keterangan Penulis).
   - Email penulis pertama ditulis di bawah nama lembaga. Email ditulis dengan ukuran huruf Times New Roman 10 pt dan dicetak miring (italics). Jarak antara nama lembaga dan email spacing after 6 pt., dengan ukuran huruf Times New Roman 11 pt (Style Keterangan Penulis)..
3. **Abstrak**
   Abstrak hanya satu paragraf maksimum 250 kata, memuat uraian singkat mengenai masalah dan tujuan penelitian, metode yang digunakan, dan hasil penelitian. Tekanan penulisan abstrak terutama pada hasil penelitian. Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Kata kunci perlu dicantumkan untuk menggambarkan ranah masalah yang diteliti dan istilah-istilah pokok yang mendasari pelaksanaan penelitian. Kata-kata kunci dapat berupa kata tunggal atau gabungan kata. Jumlah kata kunci 3-5 kata. Kata kunci ini diperlukan untuk komputerisasi. Pencarian judul penelitian dan abstraknya dipermudah dangan kata-kata kunci tersebut. Pengetikan abstrak dilakukan dengan spasi tunggal, huruf Times New Roman 10, spacing before 12 pt, after 2 pt (Style Abstrak).
4. **Pendahuluan**
   Pendahuluan memuat latar belakang penelitian secara ringkas dan padat, dan tujuan. Dukungan teori tidak perlu dimasukkan pada bagian ini, tetapi penelitian sejenis yang dilakukan dapat dinyatakan. Pengetikan menggunakan huruf Times New Roman 10, spasi 1, spacing before 12 pt, after 2 pt.
5. **Metode penelitian**
   Pada dasarnya bagian ini menjelaskan bagaimana penelitian itu dilakukan. Materi pokok bagian ini adalah : (1) rancangan penelitian; (2) populasi dan sampel (sasaran penelitian); (3) teknik pengumpulan data dan pengembangan instrumen; (4) dan teknik analisis data. Untuk penelitian menggunakan alat dan bahan, perlu dituliskan spesifikasi alat dan bahannya. Spesifikasi alat menggambarkan kecanggihan alat yang digunakan sedangkan spesifikasi bahan menggambarkan bahan yang digunakan.
   Untuk penelitian kualitatif seperti penelitian tindakan kelas, etnografi, fenomenologi, studi kasus dan lain-lain, perlu ditambahkan kehadiran peneliti, subjek penelitian, informan yang ikut membantu beserta cara-cara menggali data-data penelitian, lokasi dan lama penelitian serta uraian mengenai pengecekan keabsahan hasil penelitian.
6. **Hasil dan Pembahasan**
   Bagian ini memuat data (dalam bentuk ringkas), analisis data dan interpretasi terhadap hasil. Pembahasan dilakukan dengan mengaitkan studi empiris atau teori interpretasi. Jika dilihat dari proporsi tulisan, bagian ini harusnya mengambil proporsi terbanyak bisa mencapai 50% atau lebih.
7. **Penutup**
   Bagian ini memuat kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran dapat dibuat dalam sub bagian terpisah. Kesimpulan menjawab tujuan, bukan mengulang teori, berarti menyatakan hasil penelitian secara ringkas. Saran merupakan penelitian lanjutan yang dirasa masih diperlukan untuk penyempurnaan hasil penelitian supaya berdaya guna. Penelitian tentunya tidak selalu berdaya guna bagi masyarakat dalam satu kali penelitian, tapi merupakan rangkaian penelitian yang berkelanjutan.

8. Daftar Pustaka

Bagian ini hanya memuat referensi yang benar-benar dirujuk. Dengan demikian, referensi yang dimasukkan pada bagian ini akan ditemukan tertulis pada bagian-bagian sebelumnya. Sistematika penulisannya adalah mengikuti format Mendeley dengan menggunakan style IEEE dengan menggunakan style daftar pustaka.

9. Penulisan persamaan

Penulisan persamaan dalam *font* Times New Roman atau *font* Symbol menggunakan ukuran 11 point dengan menuliskan Nomor Persamaan yang diletakkan di dalam kurung pada akhir marjin kanan yaitu (1), (2) dan seterusnya. Nomor persamaan harus berurutan. Penulisan persamaan diberi jarak satu spasi pada sebelum dan sesudah penulisannya.

10. Penyajian Gambar dan Tabel

Nama Tabel ditulis di atas tabel pada sisi kiri dan bernomor urut dengan huruf tebal (*bold*). Antara Nama Tabel dan tabel tidak ada spasi. Tabel dibuat rata tengah, hanya terdiri dari tiga garis horisontal dengan ketentuan satu garis di atas tulisan kepala tabel dan satu garis yang mengapitnya, serta satu garis lagi berada pada bagian paling bawah dari isi tabel. Antara tabel dengan teks dibawahnya diberi jarak satu spasi, demikian juga sebelumnya.

Gambar dibuat rata tengah dengan Nomor Urut dan Nama Gambar diletakkan di bawah gambar. Jarak gambar dengan Nama Gambar adalah satu spasi, demikian juga dengan jarak antara Nama gambar dengan teks dibawahnya. Penulisan Nama Gambar dengan huruf tebal dan rata tengah. Jika Tabel atau Gambar diambil dari sumber lain atau bukan hasil penelitian penulis, harus dicantumkan sumber kutipannya.

Template Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Bangka Belitung

JUDUL (Style Judul)

<Style normal : font 10 point, Line Spacing Single>

Nama penulis [1], nama penulis[2] (Style Penulis)

[1] Program Studi, Fakultas, Universitas (Style Keterangan)

Alamat Universitas

[2] Program Studi, Fakultas, Universitas

Alamat Universitas

Email penulis [1]

<Style normal>

Abstrak (Style Abstrak: 10 pt, Bold)

<Style normal>

Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia, terdiri dari satu paragraf, memuat tujuan, metode penelitian yang digunakan dan hasil (Style Isi Abstrak :10 pt, Line Spacing Single)

<Style normal>

Kata kunci : maksimum lima kata kunci. aaaa, bbbb, cccc, dddd, eeee. (Style Isi Abstrak :10 pt, Line Spacing Single)

<Style normal>

Abstract (10 pt, Bold) **(Style Abstrak: 10 pt, Bold, Italic)**

<Style normal>

Abstrak ditulis dalam Bahasa Inggris, satu paragraf, memuat tujuan, metode penelitian yang digunakan dan hasil. (Style Isi Abstrak :10 pt, Italic, Line Spacing Single)

<Style normal>

Key words : *maksimum lima kata kunci. aaaa, bbbb, cccc, dddd, eeee.* (Style Isi Abstrak :10 pt, Line Spacing Single)

<Style normal>

PENDAHULUAN (Semua judul bab menggunakan (Style Judul Bab))

Pendahuluan memuat latar belakang penelitian secara ringkas dan padat, dan tujuan. Dukungan teori tidak perlu dimasukkan pada bagian ini, tetapi penelitian sejenis yang sudah dilakukan dapat dinyatakan. (Isi jurnal menggunakan (Style Isi Jurnal))

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan prosedur dan teknik penelitian. Antara satu penelitian dengan penelitian yang lain, prosedur dan tekniknya akan berbeda. Kalau tidak berbeda, berarti penelitian itu hanya mengulang penelitian yang sudah ada sebelumnya. Tapi bukan berarti harus berbeda semuanya. Untuk penelitian sosial misalnya, populasi penelitian mungkin saja sama, tapi teknik samplingnya berbeda, teknik pengumpulan datanya berbeda, analisis datanya berbeda, dan lain-lain. Mohon diuraikan dengan jelas, bukan hanya mengopi dari penelitian lain. Kalau mau disertakan penelitian yang dilakukan termasuk ke dalam kategori penelitian yang mana, mohon diperhatikan dengan baik, jangan asal mengopi. Bagian ini bisa dibagi menjadi beberapa sub bab, dengan mencantumkan penomorannya menggunakan style sub bab.

1. Perumusan masalah (Style Sub Bab)
   (Style isi jurnal) Penjelasan menggunakan style isi jurnal.
2. Metode penelitian (Style Sub Bab)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memuat data (dalam bentuk ringkas), analisis data dan interpretasi terhadap hasil. Pembahasan dilakukan dengan mengkaitkan studi empiris atau teori untuk interpretasi. Jika dilihat dari proporsi tulisan, bagian ini harusnya mengambil proporsi terbanyak, bisa mencapai 50% atau lebih. Bagian ini bisa dibagi menjadi beberapa sub bab, tetapi tidak perlu mencantumkan penomorannya.

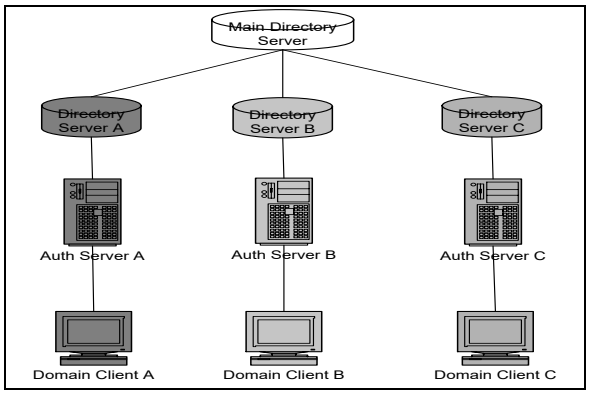
Jika menggunakan tabel, maka penulisannya seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Nama Tabel (Style Captiom)

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4

Sumber : xxxxxxxx
<Style normal>

Jika menggunakan gambar, maka penggambarannya dibuat sebagai berikut:
<Style normal>



(Style Posisi Gambar)
Gambar 1 Nama Gambar (Style Caption)

Rumus menggunakan (style Rumus) dengan bentuk sebagai berikut:

$$Y=ax+bx \quad \text{..... (1)}$$

1. Sitasi dan Daftar Referensi (style sub bab)

(Style isi jurnal) Penunjukan sitasi dengan menggunakan style IEEE. Tanda baca kalimat mengikuti tanda kurung [2]. Berbagai referensi [2], [3] masing-masing diberi nomor dengan kurung terpisah [1] - [3]. Saat mengutip bagian dalam buku, tolong berikan nomor halaman yang relevan. Dalam kalimat, merujuk hanya ke nomor referensi, seperti pada [3]. Jangan gunakan "Ref. [3]" atau "referensi [3]" kecuali pada awal kalimat: "Hossain [3] menunjukkan ..."

2. Catatan Kaki (style sub bab)

(Style isi jurnal) Cobalah untuk menghindari catatan kaki. Berikan semua nama penulis; jangan gunakan "et al." Gunakan spasi setelah inisial penulis. Makalah telah dikirimkan untuk publikasi atau yang belum diterima atau dipublikasikan tidak perlu dikutip. Makalah yang telah diterima untuk publikasi, tetapi belum ditentukan untuk masalah ini harus terdaftar sebagai "Dalam pers" [5]. Referensi adalah lekukan gantung 5mm.

KESIMPULAN

Berisikan kesimpulan hasil dari pembahasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diperkenankan bagi penulis dengan memberikan ucapan terima kasih kepada lembaga yang membiayai penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Moghal A. A. B., Dafalla M. A., Elkady T. Y., and Al-Shamrani M.A., Lime Leachability Studies on Stabilized Expansive Semi-Arid Soil. International Journal of GEOMATE, Vol. 9, Issue 18, 2015, pp.1467-1471.

[2] Awal A.S.M.A, Hosseini H. and Hossain M.Z., Strength, Modulus of Elasticity and Shrinkage Behaviour of Concrete Containing Waste Carpet Fiber, International Journal of GEOMATE, Vol. 9, Issue 17, 2015, pp. 1441-1446.

[3] Hossain M.Z., For Chapter in a Book, Soil Mechics, 4th ed. Vol. 2, Sakai, Ed. Sankeisha Publisher's Name, Year, pp. 11–60.

[4] Author H., A Book New York Publisher, Year, pp.1-200.

[5] Annnn B., Unpublished Work but Accepted, Vol., Issue, Year.

[6] Kimura S., Journal Paper Title, J. of Computer Science, Vol. 1, Issue 2, 1987, pp. 23-49.

[7] Islam M.R., Conference proceedings, in Proc. 2nd Int. Conf. on GEOMATE, 2011, pp. 8-13.

[8] Hossain M.Z. and Awal A.S.M.A., Experimental Validation of a Theoretical Model for Flexural Modulus of Elasticity of Thin Cement Composite, Const. Build. Mat., Vol.25, No.3, 2011, pp.1460-1465.

MACHINE Jurnal Teknik Mesin

Alamat Redaksi :
Gedung Babel IV - Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknologi Industri dan Rekayasa Pertambangan
Fakultas Sains dan Teknik UBB
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Balunijuk,
Bangka, Prov. Bangka Belitung
Laman : https://mesin.ubb.ac.id
E-mail : teknikmesinunivbabel@gmail.com

