

Pengembangan Rancangan *Shutter Transfer* (Alat Pemindah) *Cylinder Block TR* untuk Mengurangi *Cycle Time* dan Menghilangkan *Part Defect* di *Engine Plant*, PT. TMMIN

Bustami Ibrahim, Ade Sandika B. K.

Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur

Jl. Kanayakan no 21, 022-2500241, bustami@polman-bandung.ac.id

ABSTRAK

Project IMV (International Multipurpose Vehicle) machining section yang terdiri dari 4 line utama, yaitu *Cylinder Head Line*, *Cylinder Block Line*, *Crankshaft Line*, dan *Camshaft Line* adalah sebuah proyek baru di PT. TMMIN yang dilaksanakan sejak pertengahan 2002. Sehingga masing-masing line mendatangkan mesin-mesin baru untuk keperluan pengolahan *raw material* (material setengah jadi) dari *casting plant*, baik mesin impor maupun mesin yang pembuatannya oleh *local maker* dengan mengacu kepada kebijaksanaan *cost down* di *Engine Division*. Proses *machining* dan *assembling* merupakan 2 tahapan proses dalam pembuatan *engine TR* (tipe 1TR dan 2TR) pada produk mobil TOYOTA KIJANG INNOVA.

Dalam proyek ini terdapat proses pemindahan *Cylinder Block* yang cukup banyak mengalami *fault* (*Cylinder Block* terjatuh) dan menyebabkan *part defect* sehingga harus dibuat pengembangan alat pemindah *Cylinder Block* yang dapat lebih mempermudah pekerjaan operator, mudah dalam pembuatan dan perawatannya, menguntungkan untuk perhitungan jangka panjang, serta dapat mengurangi *cycle time* dan menghilangkan *part defect* menjadi *zero defect*.

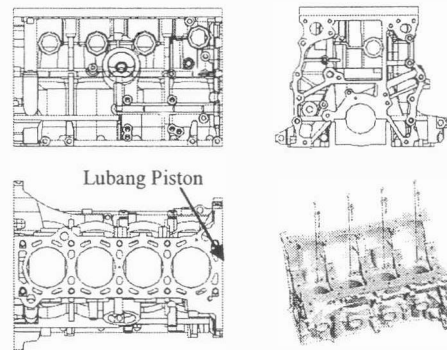
Alat pemindah *Cylinder Block* tersebut dinamakan *Shutter Transfer*. Prinsip kerja *shutter transfer* tersebut dilakukan paralel antara 1 TR dan 2 TR. Proses *Cylinder Block* 1 TR dari proses mesin IAT-0034 ke proses mesin IBR-0022 dan IGR-0022 sejauh 9 meter dan proses *Cylinder Block* 2 TR dari proses mesin IBR-0023 dan IGR-0023 ke proses mesin IWB-0026 dengan jarak yang sama.

Kata Kunci : Pengembangan, rancangan, *shutter transfer*, *cylinder block*

1. PENDAHULUAN

PT. TMMIN adalah perusahaan yang memproduksi mobil dan suku cadang Toyota untuk keperluan domestik dan ekspor. Salah satu produk mobil yang diproduksi oleh PT. TMMIN adalah Toyota Kijang INNOVA. Dalam memproduksi mobil, PT. TMMIN tidak memproduksi semua *part* kendaraan, tetapi sebagian besar diproduksi oleh *supplier* seperti PT. DENSO membuat AC (*Air Conditioner*) dan busi, PT. SUGITY CREATIVES yang membuat interior dan *supplier* lainnya. Komponen yang dibuat oleh PT. TMMIN yaitu *Engine*, *Body*, dan Proses *Assembling*.

Engine Kijang INNOVA terdiri dari 2 tipe, yaitu 1 TR (2000 cc) dan 2 TR (2500 cc). Bagian utama *engine* terdiri dari *Cylinder Block*, *Cylinder Head*, *Crankshaft*, dan *Camshaft*. Perbedaan volume (cc) dari *engine* terjadi karena adanya perbedaan diameter dari lubang piston pada *Cylinder Block*. Oleh karena itu proses pemesinannya dibagi menjadi dua yaitu *Cylinder Block* 1 TR dan 2 TR.



Gambar 1 *Cylinder Block* TR

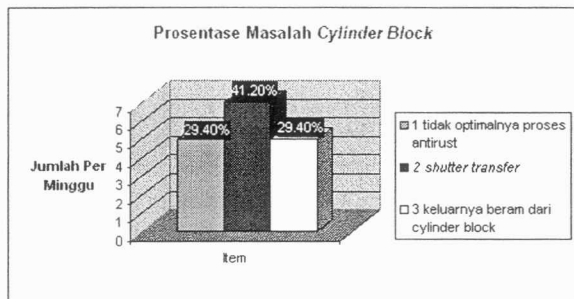
Proses pemesinan pada *Cylinder Block* yang dilakukan secara paralel antara 1TR dan 2TR ini meliputi proses frais, pengeboran, gerinda dan *tapping*. Dalam alur proses pemesinan *Cylinder Block* terdapat beberapa masalah yang terjadi seperti:

1. Tidak optimalnya proses *antirust* (sebelum disimpan di *safety stock*). Setelah proses pemesinan, setiap benda kerja (*CylinderBlock*) dilakukan proses *antirust*. Dalam proses ini bahan *anti rust* tidak dapat bertahan lama, sehingga mengakibatkan benda karat jika disimpan lebih dari 7 hari.
2. Terjadinya *part defect* di sektor *Shutter Transfer* (alat pemindah). *Cylinder Block* yang dibawa oleh *Shutter* jatuh ketika dilakukan proses pemindahan.

3. Dalam proses pengeboran keluarnya beram dari *Cylinder Block* lambat. Ketika proses pengeboran, beram yang dihasilkan terlalu kecil sehingga ada sebagian beram yang terjebak di dalam *Cylinder Block*. Masalah yang terjadi di daerah *Shutter Transfer* merupakan yang paling banyak mengakibatkan *part defect* (benda jatuh), sehingga termasuk prioritas utama untuk dilakukan pengembangan.

Tabel 1 Permasalahan Shutter Transfer

No	Masalah	Item/minggu	Persentase
1	tidak optimalnya proses <i>antitrust</i>	5	29.4%
2	Benda jatuh pada <i>shutter transfer</i>	7	41.2%
3	keluarnya beram dari <i>cylinder block</i>	5	29.4%
Total		17	100%



Gambar 1 Pareto masalah di line *Cylinder block*

Rumusan & batasan permasalahan

- Bagaimana memindahkan *Cylinder Block* tanpa melakukan kesalahan dan tidak menyebabkan *part defect* ?
- Bagaimana meningkatkan kapasitas produksi dan proses produksi dengan mengurangi *cycle time* ?
- Konstruksi *shutter* hanya untuk proses pemesinan *Cylinder Blok* TR (Kijang INNOVA) dan hanya digunakan di PT. TMMIN.
- Apa mekanisme untuk menanggulangi kesulitan operator di *line machining Cylinder Block* ?

Tujuan Penelitian

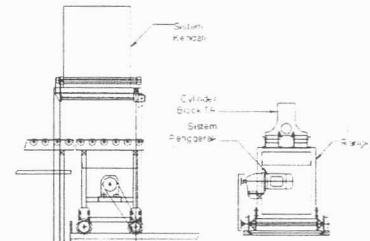
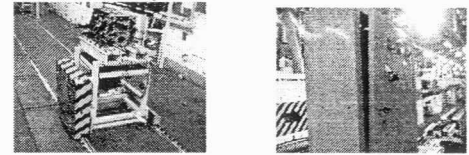
- Menghilangkan *part defect* yang terjadi pada proses pemindahan *Cylinder Block* yaitu dengan peningkatan kapasitas produksi dengan penurunan *cycle time*
- Menciptakan kondisi yang aman pada area kerja *shutter transfer*

2. TEORI PENDUKUNG

Fungsi Bagian *Shutter Transfer*

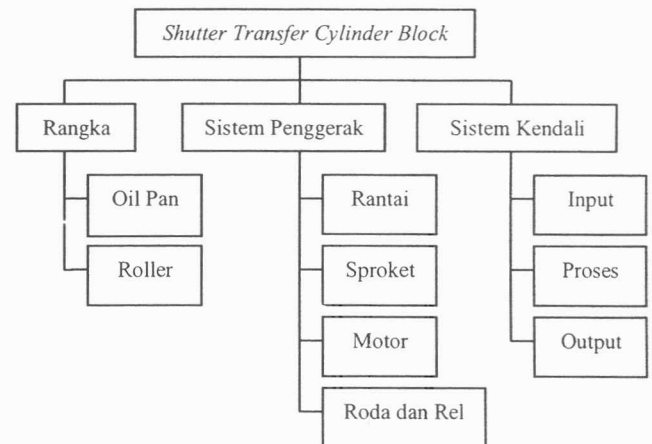
Shutter Transfer merupakan sebuah alat pemindah benda kerja berupa *Cylinder Block* dari mesin IAT-0034 (proses perbesaran lubang) ke proses pengeboran

dan gerinda lubang piston sejauh 9 meter, dan konstruksi *Shutter Transfer* untuk 1TR dan 2TR sama.



Gambar 2 *Shutter Transfer* sebelum modifikasi

Fungsi bagian-bagian utama *Cylinder Block* :



Gambar 3 Bagian utama *Shutter Transfer* yang ada

Rangka

Rangka merupakan bagian untuk tempat benda kerja yang terdiri dari beberapa bagian seperti *roller, oil pan*. Rangka harus memiliki kriteria sebagai berikut:

- 1 Mampu menahan beban benda kerja dan sistem lainnya
- 2 Sistemnya seimbang dalam menahan beban statik, dan momen puntir
- 3 Mampu menahan beban benda kerja dan sistem lainnya
- 4 Mudah dalam perawatan dan suku cadang
- 5 Kokoh, dengan ketinggian yang dapat diatur (*adjustable*)

Rangka pada *Shutter* menggunakan model konstruksi *square pipe* karena dapat lebih stabil dalam pembagian menahan gaya aksial.

Roller

Roller merupakan alat perantara pemindah benda kerja yang pengoperasiannya secara manual (digeser/didorong), terdiri atas silinder-silinder logam yang menumpu ke bagian rangka. Roller langsung menjadi landasan benda kerja yang akan dipindah. Roller harus memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Tidak boleh menyebabkan *part defect*.
2. Memiliki permukaan yang mampu menahan gesekan yang berulang.
3. Mampu menahan beban kerja.

Kondisi *roller* berbentuk silinder.

Oil Pan

Oil pan merupakan bagian dari *Shutter Transfer* yang berfungsi untuk mencegah agar oli yang terbawa selama proses tidak tercecer di lantai (*kamishibai*). *Oil pan* harus memiliki kriteria sebagai berikut :

1. Menampung cecceran oli dari benda kerja
2. Mudah dibersihkan

Oil pan berbentuk segiempat dengan pembatas di setiap sisinya agar dapat menampung oli tidak tumpah keluar.

Sistem penggerak

Sistem penggerak merupakan bagian untuk menggerakkan benda kerja. Sistem ini terdiri dari motor, rantai dan sproket, roda dan rel.

- 1 Konstruksi sederhana
- 2 Mudah dilepas pasang, sehingga bila sudah saatnya penggerak harus diganti, dapat lebih menghemat waktu
- 3 Biaya murah
- 4 Mudah dalam perawatan
- 5 Mudah dalam proses pembuatan
- 6 Mudah dalam pengoperasiannya

Motor 3 fasa langsung terhubung ke rantai sproket dan menggerakkan roda, sedangkan keadaan roda dan rel mudah dilepas pasang dan mudah pula dalam perawatan.

Sistem kendali

Sistem kendali merupakan bagian untuk mengendalikan gerakan dari proses pemindahan benda kerja. Sistem ini terdiri dari tiga yaitu input, *processor* (proses), dan output. Sistem kendali harus memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Manajemen (Divisi Produksi).
Dari manajemen perusahaan dalam hal ini Divisi Produksi, tuntutan pengembangan *Shutter Transfer* bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi dengan memperpendek *Cycle time Machining* dari 2.6 menit menjadi 1.2 menit.
2. Aspek Efektifitas Kerja Operator.
Dalam perencanaan pengembangan rancangan *Shutter Transfer*, kinerja akan semakin baik setelah dilakukan pengembangan bila dibandingkan sebelum dilakukan pengembangan. Sehingga operator yang mengoperasikan alat tersebut dapat

melakukan pekerjaan pada proses lainnya disaat *Shutter Transfer* sedang bekerja.

3. Aspek Keamanan (*Safety*).
Shutter Transfer dapat bekerja sesuai fungsinya sebagai alat pemindah *Cylinder Block* , alat tersebut harus juga memenuhi aspek keamanan (*Safety*) ketika beroperasi, harus aman terhadap area kerjanya, antara lain terhadap peralatan atau mesin produksi lainnya, maupun terhadap operator yang mengoperasikannya.
Sistem kendali pada *Shutter* belum menggunakan pengaman dan komposisi pemasangan sensor belum baik. Pengoperasiannya secara otomatis dan manual.

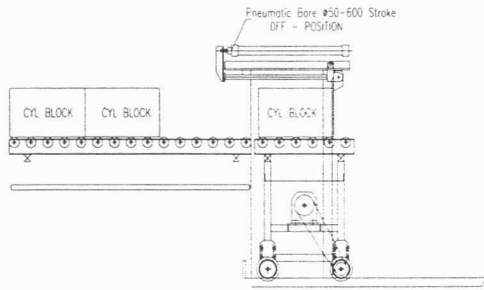
3. METODOLOGI

1. Observasi.
Teknik pengumpulan data dengan pengamatan langsung pada *line Cylinder Block, Engine Plant*, PT. TMMIN yang menangani masalah produksi *Cylinder Block* untuk tipe 1TR dan 2TR.
2. Studi pustaka.
Teknik pengumpulan data melalui buku-buku bacaan yang berhubungan dengan topik bahasan. Buku-buku tersebut didapatkan dari referensi perusahaan atau perpustakaan dan bacaan lainnya yang tersedia di pasaran.
3. Interview.
Teknik pengumpulan data dengan mewawancarai langsung kepada pihak-pihak yang langsung berhubungan dengan bagian *Production Engineering*, maupun kepada pihak lain diluar pihak terkait tersebut.

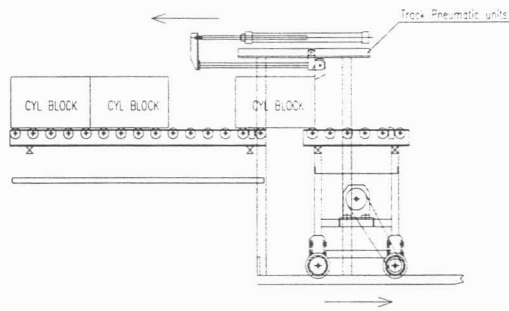
4. PERANCANGAN SHUTTER TRANSFER

Analisis Masalah.

Penyebab kegagalan proses bukan terletak pada bagian rangka, tetapi pada sistem kendali dan sistem penggerak. Yaitu, benda jatuh ketika dilakukan pemindahan *Cylinder Block* dan mengakibatkan *Part Defect* pada sektor *shutter*. *Shutter* kembali menuju posisi awal pergerakan sebelum *Cylinder Block* berhasil dipindahkan dengan sempurna. Maka dibuat pengembangan pada sistem kendali yang lebih aman dan pengembangan sistem penggerak berdasarkan tuntutan perusahaan untuk menurunkan *Cycle time*.



Gambar 4 proses pemindahan Cylinder Block



Gambar 5 Terjadinya benda jatuh

Daftar Tuntutan

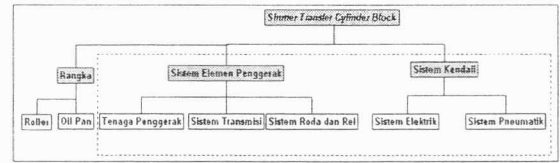
Tabel 2 Daftar Tuntutan

No	Daftar Tuntutan	Kuantifikasi	prioritas
1	Peningkatan kapasitas produksi dengan cara menurunkan Cycle time.	Dari 2700 menjadi 3000 item/minggu dan Cycle time dari 2.6 menjadi 1.2 per line post	*
2	Sistem kontrol	Dapat dioperasikan secara manual atau otomatis dan dapat mengatasi benda jatuh/kesalahan dalam proses pemindahan Cylinder Block	*
3	Dimensi Shutter (berdasarkan Shutter lama)	Panjang : 750 mm Lebar : 560 mm Tinggi : 800 mm	*
4	Menghilangkan benda jatuh	Zero defect	*
5	Motor yang digunakan (berdasarkan motor lama)	P = 0.37 KW n = 1390 Rpm	*
6	Gearbox yang digunakan (berdasarkan yang lama)	n = 50 rpm	*
7	Ergonomi	Sesuai dengan fisik orang Indonesia	**
		Pengoperasian mudah	**
		Perawatan murah	**
8	Biaya	Murah	**

Keterangan : * Harus terpenuhi
** Sebaiknya

Fungsi bagian

Shutter Transfer Cylinder Block ini dapat dibagi menjadi beberapa fungsi bagian :



Gambar 6 Fungsi bagian shutter transfer

Sistem elemen penggerak Shutter terdiri dari 3 bagian utama yaitu tenaga penggerak, sistem transmisi serta roda dan rel. Perbaikan pada sistem penggerak ini dilakukan dengan menentukan alternatif rancangan setiap bagian dan menggabungkannya menjadi konsep rancangan.

Alternatif Fungsi Bagian

A. Tenaga penggerak

Berdasarkan daftar tuntutan penggunaan tenaga penggerak, masih tetap menggunakan Motor listrik yang telah digunakan sebelumnya, karena dengan asumsi motor listrik tersebut tidak berhubungan secara langsung dengan masalah yang muncul mengenai benda jatuh (Cylinder Block TR). Serta kontrol yang baru masih tetap menggunakan sistem yang sama, dalam hal ini adalah menggunakan komponen Relay dan Kontaktor sebagai pengolah data pada kontrol kerja alat pemindah (Shutter Transfer).

ALTERNATIF 1 MOTOR LISTRIK	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> - Biaya murah - Daya besar - Jarak tempuh lebih jauh 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem kontrol sulit - Konstruksi lebih rumit

B. Sistem transmisi

ALTERNATIF 1 RANTAI DAN SPROKET	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Dapat meneruskan daya besar karena kekuatannya pun besar Tidak terjadi slip Jarak antar poros yang relatif tak terbatas Mudah dalam pemasangan Keausan pada bantalan kecil Tidak memerlukan tegangan awal 	<ul style="list-style-type: none"> Sistem pelumasan harus diperhatikan Harus diperhatikan kesejajaran sumbu poros-porosudukan sproketnya Suara dan getaran besar Terjadi perpanjangan rantai karena keausan pada pena dan bush

ALTERNATIF 2 SABUK DAN PULI	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Pemasangan jarak sumbu relatif panjang Murah dan mudah dalam penanganan Dapat meredam kejutan atau hentakan 	<ul style="list-style-type: none"> Jika rpm terlalu tinggi atau terlalu rendah tidak akan efektif Tidak cocok untuk beban berat Selain timing belt, pada pemindahan putaran terjadi slip

ALTERNATIF 3 RODA GIGI	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Mampu menahan beban besar Tanpa slip 	<ul style="list-style-type: none"> Biaya pembuatan mahal Pemesinannya sulit Membutuhkan pelumasan Jarak sumbu pendek Terjadi hentakan pada awal putaran

C. Roda dan rel

ALTERNATIF 1 Roda dengan rel profil L	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Proses pembuatan mudah Pembuatan murah Aman, roda tidak mudah bergeser keluar rel tersebut 	<ul style="list-style-type: none"> Titik tumpuan hanya pada salah satu sisi Gaya gesek besar

ALTERNATIF 2 Roda dengan rel profil U	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Proses pembuatan mudah Harga lebih murah Lebih kuat menahan beban berat Mudah dalam pemasangan 	<ul style="list-style-type: none"> Kurang safety Perlu perawatan khusus pada rel

ALTERNATIF 3 Roda alur Y dengan rel profil L	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Laju roda pada rel lebih ringan dan terarah Gaya gesek lebih kecil karena bidang kontak miring 	<ul style="list-style-type: none"> Sulit di dalam pemasangannya Pembuatannya sulit Biaya mahal Lintasan rel tidak boleh dilewati oleh benda atau beban yang bersilangan dengan posisi rel sehingga Roda dapat keluar dari rel

Berdasarkan penjelasan alternatif fungsi bagian yang telah dikemukakan diatas, kemudian dari hasil pemilihan tersebut dibuatkan tabel pemilihan alternatif rancangan yang dibuat berdasarkan tiga alternatif diatas. Alternatif tersebut dinilai berdasarkan parameter yang ada untuk dibandingkan dengan alternatif yang ada.

D. Konstruksi rantai dan sproket

Setelah menentukan jenis sistem pemindah putaran yang digunakan yaitu rantai dan sproket, maka selanjutnya adalah menentukan konstruksinya berdasarkan tuntutan dari perusahaan.

Alternatif susunan rantai dan sproket

ALTERNATIF 1 SUSUNAN MENGGUNAKAN IDLER	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Mengatasi keausan normal Dapat mengatasi defleksi yang besar Baik untuk susunan rantai dan sproket dengan jarak sumbu yang panjang Mengurangi getaran pada rantai 	<ul style="list-style-type: none"> Memerlukan rangka tambahan sebagai penumpu idler yang lebih panjang Cocok untuk susunan sproket dengan jarak antar sumbu sproket panjang

ALTERNATIF 2 SUSUNAN VERTIKAL TANPA IDLER	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Susunan rantai dan sproket lebih sederhana Tidak memerlukan rangka tambahan 	<ul style="list-style-type: none"> Defleksi yang terjadi besar Getaran yang terjadi besar Sudut antar poros yang terjadi besar sehingga mengurangi efisiensi pemindahan tenaga

ALTERNATIF 3 SUSUNAN DENGAN PENAMBAHAN POROS ANTARA	
KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ul style="list-style-type: none"> Efisien dalam pemindahan tenaga Defleksi tidak terlalu besar Getaran yang terjadi relatif kecil 	<ul style="list-style-type: none"> Memerlukan tambahan rangka Sebagai tumpuan poros tambahan

Perbandingan alternatif susunan rantai dan sproket

Tabel 3 Pemilihan alternatif rancangan sistem penggerak

No	Kriteria	Alternatif		
		Alt 1	Alt 2	Alt 3
1	Konstruksi	2	1	3
2	Fungsi	2	2	3
3	Maintenace	3	3	3
4	Tingkat kerumitan	1	3	2
5	Biaya pembuatan *)	2	3	1
6	Pemindahan gaya	3	2	3
	Jumlah	13	14	15

Ket : 1 = Sedang
 2 = Baik
 3 = Sangat Baik

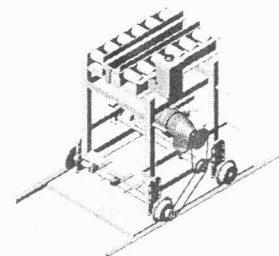
*) 1 = Mahal
 2 = Murah
 3 = Lebih Murah

Kotak morfologi alternatif fungsi keseluruhan.

NO	FUNGSI BAGIAN	ALTERNATIF		
		ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
1	RANGKA	SQUARE PIPE		
2	TENAGA PENGGERAK	MOTOR LISTRIK		
3	SENSOR PENGAMAN	PHOTO CELL	ULTRASONIC	
4	SISTEM TRANSMISI	RANTAI & SPROKET	SABUK DAN PULI	RODA GIGI
5	RODA DAN REL	RODA DENGAN REL PROFIL L'	RODA DENGAN REL PROFIL U	RODA ALUR V & REL PROFIL
6	SISTEM KENDALI	RANGKAIAN KONTROL ALTERNATIF 1	RANGKAIAN KONTROL ALTERNATIF 2	RANGKAIAN KONTROL ALTERNATIF 3

VARIASI KONSEP 2 VARIASI KONSEP 1

Variasi Konsep. Variasi konsep 1

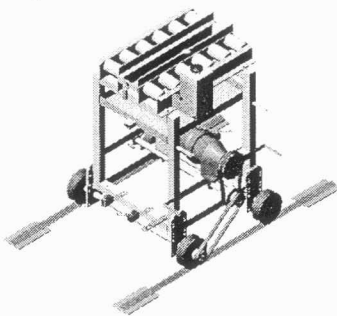


Gambar 6 Variasi konsep 1

Alternatif ini terdiri dari kombinasi sistem :

- 1 Menggunakan rangka bentuk square pipe dengan pertimbangan hasil konstruksinya kokoh, lebih stabil menahan gaya aksial dan tidak memerlukan pemesinan khusus.
- 2 Menggunakan tenaga penggerak motor listrik dengan pertimbangan biaya yang murah, kemampuan daya yang lebih besar sehingga akan lebih menguntungkan dalam penggunaan.
- 3 Menggunakan sensor *Photocell* dengan pertimbangan sensor tersebut tidak memerlukan rangkaian khusus yang mengkonversi sebuah sinyal ke dalam bentuk sinyal lainnya (Dari Analog ke Digital). Suku cadang yang mudah didapatkan di pasaran. Juga tidak menghabiskan banyak ruang untuk memasang atau pemosisian sensor pada *Shutter Transfer*.
- 4 Menggunakan sistem penggerak rantai sproket dengan pertimbangan dapat meneruskan daya besar karena kekuatannya yang besar, tidak terjadi slip, jarak antar poros yang relatif tak terbatas, mudah dalam pemasangan, keausan pada bantalan kecil dan tidak memerlukan tegangan awal dengan maksud agar dapat memberi kemudahan dalam proses *assembly* jika sewaktu-waktu akan menggantinya dengan yang baru.
- 5 Memilih roda dengan rel profil L agar roda tidak akan bergeser keluar rel dan proses pembuatannya yang mudah.
- 6 Sistem kendali alternatif 3 dengan pertimbangan dapat dioperasikan dengan otomatis, dapat diatur lama prosesnya dan menggunakan 3 *emergency switch*.

Variasi konsep 2



Gambar 7 Variasi konsep 2

Alternatif ini terdiri dari kombinasi sistem :

1. Menggunakan rangka bentuk square pipe dengan pertimbangan hasil pengelasannya kuat, konstruksinya kokoh, dan tidak memerlukan pemesinan khusus untuk menyambung rangka.
2. Menggunakan tenaga penggerak motor listrik dengan pertimbangan biaya yang murah, kemampuan daya yang lebih besar sehingga akan lebih menguntungkan dalam penggunaan.

- 3 Menggunakan sistem transmisi sabuk puli dengan pertimbangan pemasangan jarak sumbu relatif panjang, murah dan mudah dalam penanganan dan dapat meredam kejutan atau hentakan .
- 4 Memilih roda alur Y dengan rel profil L agar laju roda lebih terarah dan gaya gesek lebih kecil.
- 5 Sistem kendali alternatif 2 dengan pertimbangan dapat dioperasikan secara otomatis atau manual, dapat diatur lama prosesnya dan menggunakan 2 *emergency switch*.

Penilaian Variasi Konsep

Dalam penentuan suatu rancangan, diperlukan adanya suatu pembandingan dan alasan pemilihan suatu konstruksi. Pada laporan teknik ini, kami menggunakan sistem pembandingan antara alternatif yang satu dengan alternatif yang lain berdasarkan beberapa kriteria yang merupakan tuntutan dari perusahaan. Setelah semuanya dibandingkan, maka alternatif yang terbaik yang diambil sebagai pilihan. Berikut daftar pembobotan dan penilaian variasi konsep :

Tabel 4 Kriteria Penilaian Variasi Konsep

Kriteria	1	2	3	4
Nilai pencapaian fungsi	Tidak sempurna karena tidak mencapai target	Sedikit memenuhi target	Sesuai dengan tuntutan perusahaan	Sempurna/optimal
Nilai kesulitan pembuatan	Rumit dan susah dalam pemasangan	Rumit dan mudah dalam pemasangan	Mudah dan agak rumit dalam pemasangan	Mudah sehingga mudah bisa dipasang
Nilai perawatan	Mahal dan rumit	Mahal	Murah	Murah dan mudah
Nilai penggunaan komponen standar	Bukan komponen standar	Komponen standar yang sedikit di pasaran	Komponen standar yang banyak di pasaran	Terdapat di pasaran sehingga mudah untuk di dapat
Nilai safety	Kemungkinan terjadi error pada saat beroperasi masih dapat muncul akibat gangguan dari dalam dan luar sistem kontrol (Tidak aman)	Kemungkinan terjadi error pada saat beroperasi masih dapat muncul akibat gangguan dari dalam sistem kontrol (Kurang aman)	Kemungkinan terjadinya error unconditional lebih mengarah ke akselerasi	Kemungkinan terjadinya error unconditional lebih mengarah ke performa
Nilai biaya pemesinan	Sangat mahal	Mahal	Lebih murah	Murah
Nilai pengoperasian	Prosedur penggunaan alat cukup rumit pada saat mode manual dan otomatis	prosedur penggunaan alat rumit pada saat mode manual dan otomatis	Prosedur penggunaan alat mudah pada saat mode manual dan otomatis	prosedur penggunaan alat sangat mudah pada mode manual dan otomatis
Nilai assembling	Keakuratan ukuran hasil assembly memiliki akurasi yang rendah	Keakuratan ukuran hasil assembly memiliki akurasi yang sedang	Keakuratan ukuran hasil assembly memiliki akurasi yang baik	Keakuratan ukuran hasil assembly memiliki akurasi yang cukup baik

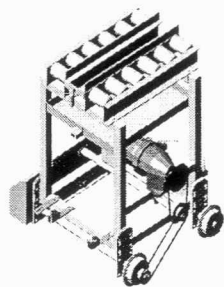
Tabel 5 Penilaian Variasi Konsep

No	Kriteria	Bobot	Var Konsep 1				Nilai	Var Konsep 2				Nilai
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	Fungsi	1			X	3		X			2	
2	Pembuatan	1			X	3			X		3	
3	Perawatan	1			X	3		X			2	
4	Komponen Standar	1			X	3			X		3	
5	Safety	1			X	3		X			2	
6	Biaya Pemesinan	2			X	3		X			2	
7	Pengoperasian	2			X	3		X			2	
8	Assembling	2			X	3		X			2	
Total					X	24		X			18	

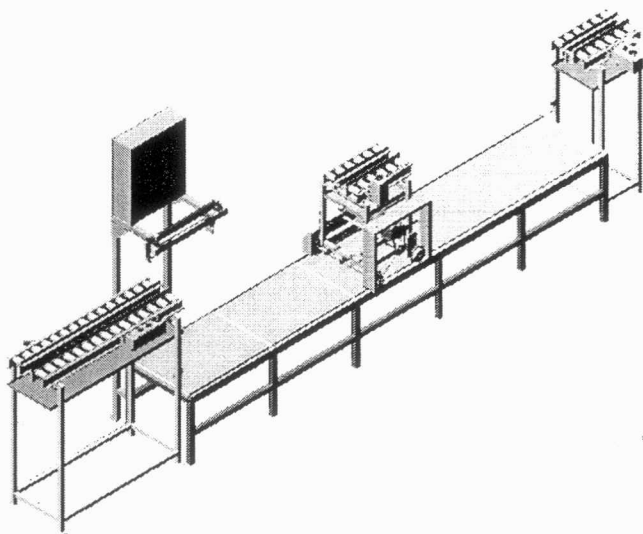
Berdasarkan penilaian variasi konsep di atas maka dipilih variasi konsep 1.

Draft Rancangan

Draft rancangan dari alat bantu pemindah *Cylinder Block (Shutter Transfer)* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 8 Rancangan Shutter Transfer



Gambar 9 Konstruksi Keseluruhan Shutter Transfer

5. KESIMPULAN

Dari perancangan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Telah dihasilkan rancangan *Shutter Transfer* (Alat Pemindah) *Cylinder Block TR* untuk mengurangi cycle time dan menghilangkan part defect di engine plant PT. TMMIN.
2. Dari rancangan tersebut selanjutnya dibuat gambar susunan, gambar sub susunan, dan gambar bagiannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rochim, Taufiq.1993. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri – Jurusan Mesin – Fakultas Teknologi Industri – ITB.
2. Hakim, Adies Rahman.2002. *Kekuatan Bahan Dasar*. Bandung: Penerbit Polman.
3. Polman. 1992. *Elemen mesin 3* . Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung.
4. Westermann. *Western Tables for The Metal Trade*.
5. Ruswandi,Ayi 2004. *Metode Perancangan 1*.Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung.
6. POLMAN.2000.*STANDAR POLMAN SERI 0*.Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung