



Reverse Engineering Chain Link 532-AF1 Untuk Menjalankan Kebijakan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)

Mima Arofat¹, Seto Tjahyono^{2*}, Muhammad Syahputra Oktojunaswar³

¹Program Studi Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³Maintenance Department, PT Solusi Bangun Indonesia, Jalan Glondonggede Kerek No.KM.3, Merkawang, Tambakboyo, Tuban Regency, East Java 62352

Abstrak

Reverse engineering merupakan proses menganalisa suatu produk yang sudah ada sebagai dasar untuk membuat ulang produk yang sejenis. PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Tuban melakukan reverse engineering untuk mensubstitusi penggunaan spare part yang semula impor ke spare part lokal. Dalam Tugas Akhir ini penulis melakukan reverse engineering pada chain link apron feeder 532- AF1. Berdasarkan SAP harga penawaran chain link OEM pada tahun 2021 mencapai Rp.200.000.000 untuk per 1 set dengan waktu pesan 9-12 bulan. Dengan terlaksananya proses reverse engineering ini dapat mengurangi pengeluaran biaya untuk pembelian chain link dan efisiensi waktu. Proses reverse engineering pada chain link juga dapat mendukung kebijakan pemerintah mengenai Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN). Pada April 2022 terhitung TKDN yang didapat dari hasil Reverse engineering chain link sebesar 1.07%.

Kata-kata kunci: Reverse engineering, Apron feeder, Chain link, TKDN

Abstract

Reverse engineering is the process of analyzing an existing product as a basis for remaking similar products. PT Solusi Bangun Indonesia, the Tuban factory, carried out reverse engineering to substitute the use of imported spare parts for local spare parts. In this final project, the author performs reverse engineering on the chain link apron feeder 532-AF1. Based on SAP, the supply chain link OEM price in 2021 will reach Rp. 200,000,000 per 1 set with an order time of 9-12 months. With the implementation of this reverse engineering process, it can reduce costs for purchasing chain links and time efficiency. The reverse engineering process on the chain link can also encourage government policies regarding the Domestic Component Level (TKDN). In April 2022, the TKDN obtained from Reverse engineering chain link results is 1.07%.

Keywords: Reverse engineering, Apron feeder, Chain link, TKDN

*Corresponding author E-mail address: seto.tjahyono@mesin.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

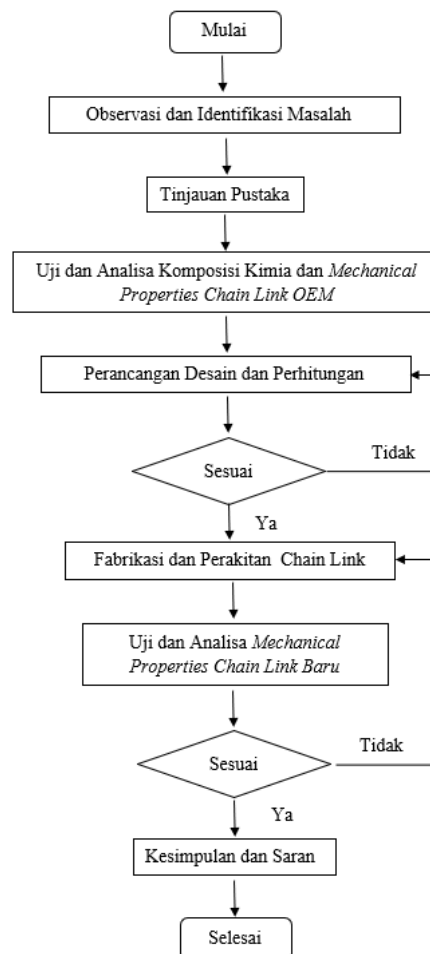
Apron feeder merupakan salah satu alat *transport* material yang digunakan di PT. Solusi Bangun Indonesia pabrik Tuban. *Apron feeder* ini digerakkan dengan sistem rantai atau biasa disebut *chain link*. Pada *chain link* terdapat *apron* yang berfungsi membawa material di atasnya. Salah satu permasalahan yang terjadi pada *apron feeder* ini adalah kerusakan *chain link*, baik itu karena patah ataupun aus. Berdasarkan SAP harga *chain link OEM* (*Original Equipment manufactur*) diakhir tahun 2021 sekitar Rp.200.000.000. Harga tersebut dinilai sangat mahal jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang hanya Rp.160.300.000,-. Selain itu, untuk mendapatkan *chain link OEM* juga diperlukan waktu yang cukup lama yaitu 9 hingga 12 bulan karena harus impor dari luar.

Dalam proses impor pemerintah menetapkan peraturan tentang Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) yang harus diikuti oleh importir. TKDN adalah nilai isian dalam persentase dari komponen produksi dalam negeri baik berupa barang maupun jasa. Pemerintah Indonesia berupaya untuk mengoptimalkan penggunaan produk dalam negeri. Ketentuan tentang TKDN bersifat wajib untuk lembaga pemerintah, badan usaha milik negara (BUMN) maupun Badan usaha milik daerah (BUMD).

Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan dilaksanakan *reverse engineering* atau *RE*. *RE* merupakan proses menganalisa suatu produk yang sudah ada sebagai dasar untuk membuat ulang produk yang sejenis. Penulis akan menganalisa *chain link OEM* untuk mengetahui desain, jenis material dan proses fabrikasi yang digunakan. Dengan itu diharapkan dapat mengurangi kelemahan dan meningkatkan keunggulan dari *chain link* tersebut. *RE* dilakukan untuk mensubstitusi penggunaan *chain link* yang semula impor ke *chain link* lokal. Sehingga mampu mengurangi pengeluaran biaya dan mempercepat waktu pengadaan *chain link*. Dengan melakukan *RE* akan membantu menjalankan program pemerintah mengenai TKDN di PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Tuban.

2. METODE

Gambar 2.1 berikut merupakan bagan dari metode yang dilakukan untuk mengurangi biaya dan mempercepat waktu pengadaan *chain link*.



Gambar 2. 1 Diagram Alir Pengerjaan

Adapun penjelasan dari metode diatas adalah sebagai berikut :

1. **Observasi dan Identifikasi Masalah** : Melakukan pengamatan di area untuk mengetahui tentang akar masalah dari permasalahan tersebut.
2. **Tinjauan Pustaka** : Bertujuan untuk memperoleh pedoman dari beberapa sumber dalam perancangan tugas akhir. Sumber tersebut bisa berasal dari buku, jurnal penelitian, internet, ataupun literatur tertulis lainnya.
3. **Pengujian dan Analisa Hasil Uji Material OEM** : Meliputi uji tarik, uji kekerasan dan pengujian komposisi kimia *chain link* yang sudah ada. Hal itu bertujuan untuk mengetahui jenis material yang digunakan sehingga *chain link* yang dihasilkan akan berkualitas sama atau lebih baik.
4. **Perancangan Desain** : Berupa gambar kerja beserta komponen-komponennya berdasar pada standar-standar yang ada.
5. **Fabrikasi** : Dilakukan oleh PT. Indonesia Magma Chain sesuai dengan desain dan proses yang telah disepakati.
6. **Uji Material Hasil Fabrikasi dan Analisa Data** : Bertujuan untuk memastikan hasil fabrikasi telah sesuai dengan standar *chain link* OEM. Analisa berupa perhitungan keuntungan setelah dilakukan proses reverse engineering yang akan di jadikan sebagai improvement kedepannya.
7. **Kesimpulan dan Saran** : pembahasan mengenai hasil dari proses *reverse engineering* yang telah dilakukan .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa kebutuhan

Analisa kebutuhan ini diperoleh melalui hasil diskusi dengan pihak *maintenance*, dan *engineer* serta observasi langsung di lapangan. Kriteria pembuatan Chain link hasil fabrikasi adalah sebagai berikut.:

Tabel 3. 1 Kriteria pembuatan Chain Link

No	kebutuhan
1	Mampu menghasilkan chain link dalam waktu yang singkat/efektif
2	Mampu menghasilkan chain link dengan harga yang lebih murah daripada OEM (<i>Original Equipment Manufactur</i>)
3	Mampu menghasilkan chain link yang berkualitas sama/lebih baik dari OEM

Hasil Pengujian Material OEM

Pengujian material OEM meliputi uji *chemical composition*, uji *tensile strength* dan uji *hardness*.

- Pengujian komposisi kimia

Uji komposisi kimia pada material sampel *chain link Apron feeder 532-AF1* dilakukan oleh PT. Nanotech dengan menggunakan Spark *Optical Emission Spectroscopy* (OES). Standard ASTM A 751 dan ASTM E 415. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui unsur kimia penyusun material yang digunakan untuk *chain link apron feeder*. Dari pengujian OES didapatkan hasil kandungan karbon (C) 0,202 % dan Mangan (Mn) sebesar 1,341 %. Dapat diketahui material yang digunakan *chain link apron feeder 532-AF1* termasuk dalam golongan baja karbon menengah.

- Pengujian *Tensile Strength*

Uji *tensile strength* pada *chain link* OEM dilakukan sebanyak 2 spesimen dan didapatkan hasil pada tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Hasil Uji Tensile Strength Chain OEM

No.	Diameter (mm)		A _o (mm ²)	F _{0.2%} (kN)	F _m (kN)	σ _{0.2%}		σ _u		ε (%)	Keterangan
	Lebar	Tebal				(N/mm ²)	(Kgf/cm ²)	(N/mm ²)	(Kgf/cm ²)		
1.	12.72	5.92	75.30		65.0			863	88.0	32.0	Sample 1
2.	12.73	5.92	75.36		63.0			836	85.2	30.0	Sample 2

Keterangan:
 A_o = Luas penampang F_m = Beban tarik σ_{0.2%} = Kuat Luluh
 F_{0.2%} = Beban luluh ε = Elongasi σ_u = Kuat Tarik

Pada hasil uji material OEM, nilai *tensile strength* (kuat tarik) untuk specimen yang pertama sebesar 863 Mpa dan nilai *tensile strength* specimen yang kedua sebesar 836 Mpa. Berdasarkan dari

hasil uji tarik per masing-masing sample, nilai uji tarik berada di atas standard material baja karbon sedang yang hanya sekitar 431-589 Mpa.

- Uji *Hardness*

Hasil pengujian kekerasan dilakukan dengan skala *brinell* (HB) dengan pemberian beban sebesar 187,5 kgf pada masing-masing sisinya. Tabel 3.3 berikut merupakan hasil dari uji *hardness*.

Tabel 3. 3 Hasil Uji Hardness Chain OEM

No.	Sisi A	Kekerasan Rata-Rata	Sisi B	Kekerasan Rata-Rata
1.	188.6	189.52 HB	190.8	190.46 HB
2.	186.5		193.2	
3.	191.2		190.8	
4.	189.3		188.2	
5.	192.0		189.3	

Dari hasil pengujian, rata- rata kekerasan pada material *chain link* untuk sisi A yaitu 189,52 HB dan untuk sisi B sebesar 190,46 HB. Hasil tersebut menyatakan kekerasan pada material *chain link* OEM lebih tinggi dari standart baja karbon sedang yang hanya 112-170 Hb.

Penentuan Material

Menurut standar ASTM dan JIS, Berikut berapa jenis material baja karbon sedang yang memiliki komposisi kimia dan *mechanical properties* yang *equivalent* dengan hasil uji material dan bisa diaplikasikan untuk pembuatan *chain*.

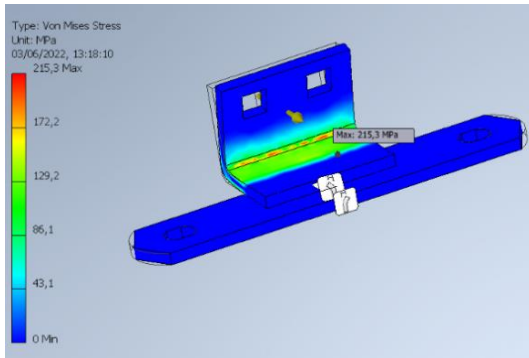
Tabel 3. 4 Perbandingan material OEM, ASTM A311 dan S45C

Aspek	OEM	ASTM A311	S45C
Komposisi karbon	0.202 %	0.14 - 0.20 %	0.42 - 0.50 %
Komposisi Mangan	1.34 %	1.00 - 1.30 %	0.50 - 0.80 %
<i>Tensile strength</i>	863 dan 836 Mpa	520 N/mm ²	600 N/mm ²
<i>Hardness</i>	189,52 HB	≤ 207 HB	158 HBN
Yield Strength	-	450 N/mm ²	490 N/mm ²
Elongasi	31%	15%	15%

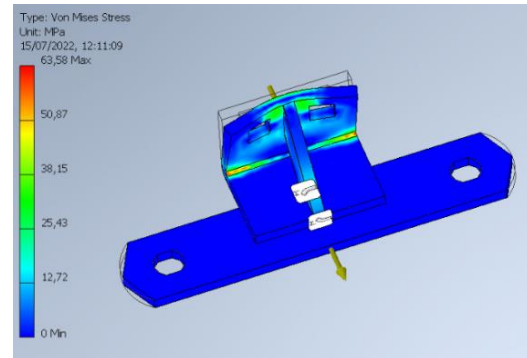
Pada tabel 3.4 diatas jika dilihat dari komposisi kimia maka material ASTM A311 lebih sesuai dengan OEM. Namun jika dilihat dari *mechanical properties*nya maka S45C lebih tepat. Selain berdasar pada aspek diatas, ada aspek lain yang perlu diperhatikan yaitu harga dan ketersediaan material dipasaran. Harga dari S45C juga lebih murah dan mudah untuk didapatkan dipasaran dibandingkan dengan ASTM A311. Jadi material S45C dinilai lebih tepat untuk menggantikan material *chain link*.

Penentuan Desain

Untuk mengurangi tegangan maksimum yang terjadi pada *chain* maka sedikit dimodifikasi dari desain aslinya untuk meningkatkan kualitasnya. Pada bagian bengkokan/bending ditambah dengan sirip/*stiffener* dan diwelding. Gambar 3.1 merupakan contoh desain *chain link* OEM dan gambar 3.2 merupakan hasil simulasi *von misses stress* pada desain dengan menggunakan *Autodesk Inventor*.

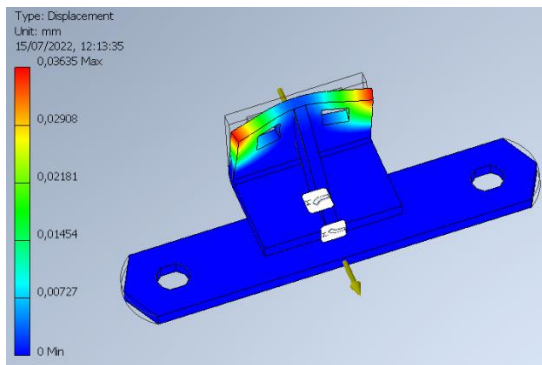


Gambar 3. 1 Desain Chain link OEM

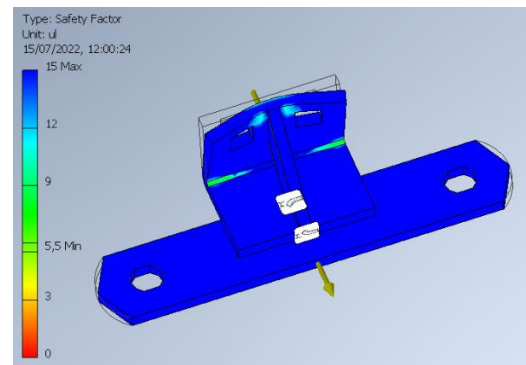


Gambar 3. 2 Analisa Desain Chain Link Baru

Tegangan maksimum pada desain yang ditambah *stiffener*/sirip adalah 63,58 Mpa sedangkan tegangan maksimum pada desain OEM sebesar 215,3 Mpa. *Displacement* tertinggi pada desain baru terjadi dengan nilai pergeseran 0,036 mm Artinya chain cenderung mengalami pergeseran dengan nilai yang sangat kecil. Pada chain link baru, nilai *safety factor* saat dilakukan pembebanan mayoritas 15 keatas dan nilai *safety factor* terkecil ada pada sudut bagian yang *dibending* dengan nilai 5,5. Secara garis besar kesimpulan yang diambil dari hasil simulasi pembebanan adalah chain link kuat dan aman untuk menahan beban yang diangkut oleh *Apron feeder 532-AF1*. Gambar 3.3 dan 3.4 berikut adalah hasil *displacement* dan *safety factor* pada *chain link* dengan menggunakan *Autodesk Inventor*.



Gambar 3. 3 Diplacement Desain Baru



Gambar 3. 4 Safety Factor Desain Baru

Fabrikasi

Material akan difabrikasi oleh vendor yaitu PT. Indonesia Magma Chain sesuai dengan desain yang telah disepakati. Gambar 3.5 berikut merupakan proses fabrikasi yang dilakukan oleh PT. Indonesia Magma chain secara garis besar.



Gambar 3. 5 Proses fabrikasi

Heat Treatment

Proses *heat treatment* yang dilakukan untuk menaikkan nilai *tensile strength*, *hardness* dan keuletannya agar sesuai dengan standart yang dibutuhkan. Secara garis besar berikut proses *heat treatment* yang dilakukan PT Magma Chain Indonesia.



Gambar 3. 6 Proses Heat Treatment

Gambar 3.7 berikut merupakan ketentuan untuk hardening, quenching dan tempering

Quenched and tempered steels									
Heat treatment of unalloyed quenched and tempered steels									
cf. DIN EN 10083-2 (2006-10) ¹⁾									
Steel types ²⁾		Normalizing °C	End quench test °C	Hardness HRC at hardening depth in mm ³⁾			Quenching and tempering		
Designation	Material number			1	3	5	Hardening ⁴⁾ °C	Quenching medium	Tempering ⁵⁾ °C
C22E	1.1151	880-940	-	-	-	-	860-900	water	550-660
C35E ¹⁾	1.1181	860-920	870	48-58	33-55	22-49	840-880	water or oil	550-660
C40E	1.1186	850-910	870	51-60	35-59	25-53	830-870		
C45E ¹⁾	1.1191	840-900	850	55-62	37-61	28-57	820-860	oil or water	550-660
C50E ¹⁾	1.1206	830-890	850	56-63	44-61	31-58	810-850		
C55E ¹⁾	1.1203	825-885	830	58-65	47-63	33-60	810-850		
C60E	1.1221	820-880	830	60-67	50-65	35-62	810-850	water or oil	540-680
28Mn6	1.1170	850-890	850	45-54	42-53	37-51	840-880		

Material S45C setara dengan C45E, jadi *temperatur* yang diperlukan untuk proses *carburizing* (*surface hardening*) yaitu berkisar antara 820-860°C. Untuk mendapatkan struktur yang homogen dibutuhkan waktu penahanan beberapa saat seperti perhitungan berikut ini:

$$t = b \times 1,4 \quad (1)$$

$$t = 6 \text{ mm} \times 1,4 \text{ menit/mm}$$

$$t = 8,4 \text{ menit}$$

Setelah waktu penahanan dilanjut dengan proses *quenching*/pencelupan dengan menggunakan media oli agar tidak terjadi *crack*. *Quenching* dilakukan dengan penahanan didalam media pendingin hingga *temperature* diseluruh logam sama. Semakin cepat laju pendinginan, maka struktur martensit akan lebih cepat terbentuk dan menjadikan logam semakin keras tetapi rapuh. Berdasarkan rumus *William E.Brien*, dalam proses *quenching* waktu yang diperlukan adalah 4 menit/1 mm ketebalan dari material, jadi waktu yang diperlukan adalah sebagai berikut

$$t = b \times 4 \quad (2)$$

$$t = 6 \text{ mm} \times 4 \text{ menit/mm}$$

$$t = 24 \text{ menit}$$

Untuk mengurangi kerapuhan pada material maka setelah dilakukan proses *quenching* dilanjut dengan proses *tempering* yaitu dengan memanaskan ulang dengan suhu yang lebih rendah dari suhu *hardening* yaitu 550-660°C. jika proses *tempering* di lakukan diatas *temperatur* perlakuan *hardening*/*carburizing* maka sifat yang dihasilkan setelahnya akan hilang.

Hasil Uji Setelah Heat treatment

- Uji *tensile strength*

Pengujian tarik dalam hal ini dilakukan di Lab. Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Standar yang digunakan adalah JIS Z 2201. Dari hasil pengujian didapat rata-rata *tensile strength* yaitu 1.150 Mpa dan *yield strength* 1.062 Mpa. Itu artinya proses *heat treatment* berhasil dilakukan karena bisa meningkatkan *tensile strength* dan *yield strength*.

- Uji *hardness*

Hasil uji kekerasan material fabrikasi dengan menggunakan alat uji *hardness* yang dimiliki oleh PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Tuban yaitu HT-2000A. Jika dibandingkan dengan kekerasan material S45C, maka dengan adanya proses *heat treatment* dapat meningkatkan kekerasan hingga rata-rata 297 HB yang awalnya kekerasannya hanya 158 HB. Berikut tabel 3.perbandingan OEM dan S45C baik sebelum maupun sesudah *heat treatment*.

Tabel 3. 5 Mechanical properties OEM dan S45C

Mechanical properties OEM dan S45C			
Aspek	OEM	S45C	
		Sebelum heat treatment	Setelah heat treatment
Tensile strength	863 dan 836 Mpa	600 N/mm ²	1.150 Mpa
Yield strength	-	490 N/mm ²	1062 Mpa
Hardness	189,52 HB	158 HBN	297 HBN
Elongasi	31%	15 %	15,12%

Penetrant Test pada Chain Link Setelah Heat Treatment

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil pengelasan cukup baik dan tidak ada indikasi *crack* ataupun cacat las. Hanya saja hasil las kurang rapi, hal itu mungkin terjadi dikarenakan *travel speed* pengelasan terlalu tinggi atau arus yang digunakan terlalu rendah. Artinya *chain link* hasil fabrikasi ini aman dan bisa diaplikasikan di apron feeder 532-AF1. Gambar 3.7 dibawah ini merupakan hasil uji dengan menggunakan *penetrant*.



Gambar 3. 7 Hasil Pengujian Menggunakan Penetrant

Kekuatan chain hasil fabrikasi

- Tegangan yang diijinkan
Dari hasil simulasi menggunakan *Autodesk inventor* tegangan yang terjadi pada *chain link* ketika terjadi pembebanan yaitu 63,5 Mpa. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan tegangan yang diijinkan pada *chain link* setelah *heat treatment* sebesar 287,5 Mpa dengan nilai *safety factor* yang sama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *chain link* hasil *Reverse engineering* lebih aman karena tegangan yang diijinkan semakin besar.

$$\sigma_{Allowed} = \frac{\sigma_t}{v} \quad (3)$$

Tabel 3. 6 Tegangan yang diizinkan pada chain

	Safety factor (v)	σ_{max} (σ_t)	$\sigma_{allowed}$
OEM	4	863	209
S45C + heat treatment	4	1150	287,5

TKDN di PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Tuban

Chain link apron feeder 532-AF1 difabrikasi oleh PT. Indonesia Magma Chain yang telah mendapat sertifikat TKDN untuk produk *chain conveyor tipe SR Case Hardening* dengan Nomor sertifikat 447/SJ-IND.8/TKDN/3/2021. Sertifikat tersebut di verifikasi oleh PT. Sucofindo pada tanggal 18 Maret 2021.

Chain link apron feeder difabrikasi dengan menggunakan bahan dan jasa pembuatan yang didapatkan dari dalam negeri dan diproses/fabrikasi didalam negeri. Namun PT Indonesia Magma Chain merupakan usaha kerjasama dengan *SHOWAKIKAI SHOJI Co., LTD Osaka, Japan* yang merupakan bagian dari SKS Group yang artinya perusahaan tersebut dimiliki oleh luar negeri sehingga

sesuai dengan pedoman yang berlaku di PT. Solusi Bangun Indonesia Pabrik Tuban, *chain link* ini dinilai 75 % TKDN.

Berdasarkan peraturan yang ditetapkan oleh SIG dalam Prosedur Implementasi Peningkatan Pemakaian Produk Dalam Negeri (P3DN) Nilai TKDN *spare part* yang masih tersimpan di gudang dan belum *good issued* belum bisa dihitung sebagai proses pencapaian TKDN karena belum dimanfaatkan. Dalam hal ini *chain link apron feeder* belum bisa terinstal dilapangan dan belum bisa *digood Issue* oleh karena itu, tabel 3.7 berikut estimasi atau perkiraan pencapaian TKDN pada bulan April 2022 setelah dilakukan *reverse engineering* pada *chain link*.

Tabel 3. 7 TKDN di PT SBI Tuban pada Bulan April

MMID	305000144850
Material Description	CHAIN;P/N V129546.B10;SCHENCK
TKDN/item	75%
Nilai GI	59.760.000
Total nilai GI APR'22	4.172.551.261
% TKDN Chain link APR'22	1,07%
Total % TKDN APR'22 (sebelum chain link)	49,00%
Total pencapaian TKDN APR'22	50,07%

Keuntungan

- Keuntungan dari efisiensi waktu.
 - Dissassembly* = 2 minggu
 - Preparation drawing* desain = 2 minggu
 - Waktu uji material = 2 - 4 minggu
 - Waktu fabrikasi = 1-2 bulan

Artinya proses re-engineering hanya memerlukan waktu kurang lebih 4 bulan. Dibandingkan dengan pembelian OEM yang membutuhkan waktu 9 bulan hingga 1 tahun.
- Keuntungan biaya
 - Total biaya yang diharus dikeluarkan perusahaan untuk reverse engineering berupa biaya uji material OEM dan Fabrikasi dengan rincian sebagai berikut :
 - Biaya total = biaya uji material + biaya fabrikasi
 - = Rp. 6.930,000 + Rp. 59.760.000
 - = Rp. 66.690.000,00,-
 - Total keuntungan = harga OEM - biaya total
 - = 200.000.000 - Rp. 66.690.000
 - = Rp. 133.310.000,00,-,

Jadi, *cost saving* dari penerapan TKDN cukup besar jika dibandingkan dengan harga *chain link OEM (Original Equipment Manufaktur)*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan hasil dari *Reverse engineering chain link* pada *apron feeder* ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Reverse engineering* menghasilkan *chain link* dengan kekuatan yang lebih baik daripada *chain link* OEM yaitu *tensile strength* meningkat hingga 1.150 Mpa dan *hardnessnya* mencapai 297 HB.
- Proses *reverse engineering* pada *chain link apron feeder* 532-AF1 dapat menjalankan TKDN di PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Tuban pada April 2022 sebesar 1,07 %.
- Waktu *reverse engineering* hanya sekitar 4 bulan sedangkan *chain link* OEM membutuhkan waktu hingga 1 tahun.
- Cost saving* yang diterima PT Solusi Bangun Indonesia pabrik Tuban yaitu sekitar Rp.133.310.000,00,-, untuk setiap 1 set *chain link*.

REFERENSI

1. Prosedur Implementasi Peningkatan Pemakaian Produk Dalam Negeri (P3DN) SIG
2. Section 2, 2015. ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International Code,
3. Verlag Europa Lehrmittel. "Mechanical and Metal Trades Handbook 1st Edition". Nourney GmbH & Co . Germany
4. Company profile PT Indonesia magma chain [online] available: <https://imchain.co.id/documents/Company%20Profile%20IMC.pdf> . Diakses pada 21 Mei 2022.
5. Pramono, Agus. 2011. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, cakra M Vol. 5 No.1. Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprocket Rantai. [online]. Available : <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jem/article/download/2346/1551> diakses pada 10 Januari 2022
6. Styawan, Rifandi Dwi. 2021. "Pengaruh Proses Carburizing Dengan Variasi Holding Time Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Dari Bearing Non-Pabrikan Resmi Sepeda Motor". Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
7. Wibowo, Ganang Fitrianto. 2016. "Perancangan Ulang Produk Pti 1 Menggunakan Metode Reverse engineering". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Setyono, Bambang, Mrihrenaningtyas dan Abdul Hamid. 2016. "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Hibrid "Trisona" Menggunakan Software Autodesk Inventor". Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.