



*Creative Research for West Java Development*

**Volume 01, Nomor 01, Desember 2015, Hal. 1 - 94**

Valuasi Ekonomi Kekayaan Sumberdaya Kelautan Jawa Barat Selatan  
*Iwang Gumilar dan Agus Ruswandi*

Kajian Status Hara Tanah Dan Tanaman Di Perkebunan Teh Jawa Barat  
Dan Sumatera Utara  
*Restu Wulansari*

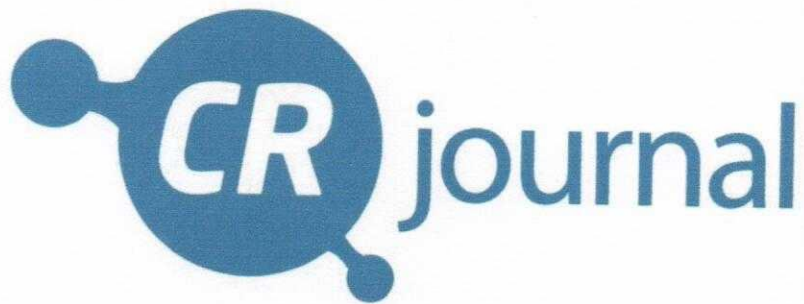
Pengaruh Kualitas Pendidikan Terhadap Kepuasan Mahasiswa Lulusan  
Prodi DIII Kebidanan Di STIKes Respati Tasikmalaya  
*Annisa Rahmidini, Firman F. Wirakusumah, dan Sari Puspa Dewi*

Perancangan Material Coran Baja Link Track untuk Bucket Wheel Excavator  
Batubara  
*Beny Bandanadjaja dan M. Achyarsyah*

Peningkatan Kekerasan Permukaan Ferro Casting Ductile (FCD) 700 Melalui  
Proses Nitridasi Dengan Media Urea  
*Wiwik Purwadi, Dewi Idamayanti, dan Firman*

Hubungan Paparan Xylene Dan Methyl Hippuric Acid Pada Pekerja Informal  
Pengecatan Mobil Di Karasak, Bandung  
*Gede Herang Cahyana, Athoni Sukrisna, dan Tri Mulyani*





*Creative Research for West Java Development*

Vol. 1 No. 1 Desember 2015

ISSN: 2460-4194

**SUSUNAN KEANGGOTAAN  
DEWAN REDAKSI CR JOURNAL**

- PENANGGUNG JAWAB** : Dr. Ir. Lukman Shalahuddin, M.Sc.
- DEWAN PENYUNTING**
- Ketua** : Dr. Ir. Saeful Bachrein, M.Sc (*Peneliti Utama BP3IPTEK*)
- Anggota** : 1. Ir. Trisna Subarna, MM (*Peneliti Utama*)  
2. Dr. Pingkan Aditiawati, MS (*SITH ITB*)  
3. Ida Widianingsih, S.IP, MA, Ph.D (*FISIP UNPAD*)  
4. Yuliani Dwi Lestari, ST, MBA, Ph.D (*SBMITB*)
- REDAKSI PELAKSANA**
- Ketua** : Drs. H. Edy Wahyudi, M.Si
- Sekretaris** : Dra. Hj. Dyah Yuliasuti, MM
- Anggota** : 1. Dra. Erni Vivi Orienta Sirait, M.Si  
2. Fahmi Zamzam, SE
- Penyunting Pelaksana** : 1. Joe Monang, ST, MA  
2. Mahensa Billqys Nurhayati Prativi, S.Si, MT
- Desainer Grafis** : 1. Muhammad Adi Panuntun, SS, MA (*PT Sembilan Matahari*)  
2. Lucky Darmawan, S.IP
- MITRA BESTARI** : 1. Prof. Dr. Ir. Rochim Suratman  
2. Mia Ledyastuti, M.Si, Ph.D  
3. Atik Aprianingsih, ST, MM, DBA  
4. Dr. Indra Wibowo  
5. Dr. Ferry Hadiyanto, SE, MA

**Alamat Redaksi**

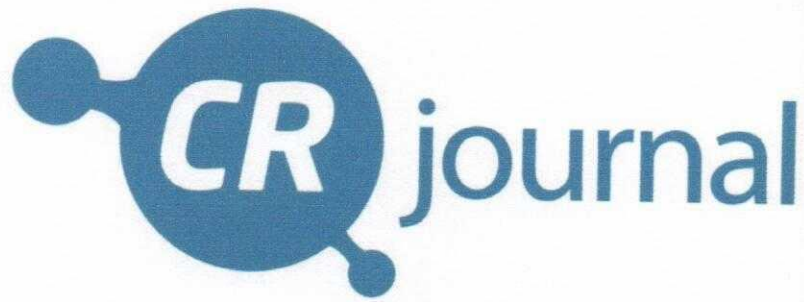
CR JOURNAL

Jalan Citarum No. 8 Bandung 40115

Telp: 022-87244652 Fax: 022-7272919

email : jurnal.bp3iptek.jabar@gmail.com

CR journal (merupakan singkatan dari Creative Research journal) adalah media publikasi hasil penelitian ilmiah berkualitas tinggi di berbagai disiplin ilmu untuk memecahkan permasalahan pembangunan di Jawa Barat. CR journal dikelola oleh Badan Penelitian Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (BP3IPTEK) Provinsi Jawa Barat.



*Creative Research for West Java Development*

Vol. 1 No. 1 Desember 2015

ISSN: 2460-4194

## **PENGANTAR REDAKSI**

**P**uji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karuniaNya Badan Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (BP3Iptek) Provinsi Jawa Barat yang merupakan salah satu Organisasi Perangkat Daerah (OPD) yang baru terbentuk di Provinsi Jawa Barat berdasarkan Perda No. 3 Tahun 2014 dan mulai beroperasi sejak bulan November 2014, telah dapat menyelesaikan penerbitan perdana Jurnal BP3Iptek yang bernama CR Journal. Jurnal edisi pertama ini terdiri dari 6 (enam) artikel dengan judul 1) Valuasi Ekonomi Kekayaan Sumberdaya Kelautan Jawa Barat Selatan 2) Kajian Status Hara Tanah Dan Tanaman Di Perkebunan Teh Jawa Barat dan Sumatera Utara 3) Pengaruh Kualitas Pendidikan Terhadap Kepuasan Mahasiswa Lulusan Prodi DIII Kebidanan Di STIKes Respat Tasikmalaya 4) Perancangan Material Coran Baja Link Track Untuk Bucket Wheel Excavator Batubara 5) Peningkatan Kekerasan Permukaan Ferro Casting Ductile (FCD) 700 melalui Proses Nitridasi Dengan Media Urea 6) Hubungan Paparan Xyline Dan Methyl Hippuric Acid Pada Pekerja Informal Pengecatan Mobil Di Karasak, Bandung.

Pada kesempatan yang baik ini, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para pihak terkait yang telah berpartisipasi pada penerbitan Jurnal BP3Iptek Provinsi Jawa Barat, yaitu antara lain kepada LIPI, Mitra Bestari, Dewan Penyunting, dan para pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu terbitnya CR Journal Edisi I ini.

Kami mohon maaf apabila masih banyak kekurangan dalam penerbitan Jurnal ini, dan kami berharap Edisi berikutnya dapat terbit sebagaimana mestinya.

Selamat menikmati CR Journal Edisi I, semoga bermanfaat.

**Dewan Redaksi**

## DAFTAR ISI

<b>Pengantar Redaksi</b>	ii
<b>Daftar Isi</b>	iii
<b>Lembar Abstrak</b>	iv - ix
<b>Valuasi Ekonomi Kekayaan Sumberdaya Kelautan Jawa Barat Selatan</b> Iwang Gumilar dan Agus Ruswandi	1 - 15
<b>Kajian Status Hara Tanah Dan Tanaman Di Perkebunan Teh Jawa Barat Dan Sumatera Utara</b> Restu Wulansari	16 - 30
<b>Pengaruh Kualitas Pendidikan Terhadap Kepuasan Mahasiswa Lulusan Prodi DIII Kebidanan Di STIKes Respati Tasikmalaya</b> Annisa Rahmidini, Firman F. Wirakusumah, Sari Puspa Dewi	31 - 46
<b>Perancangan Material Coran Baja <i>Link Track</i> Untuk Bucket Wheel Excavator Batubara</b> Beny Bandanadjaja dan M Achyarsyah	47 - 63
<b>Peningkatan Kekerasan Permukaan Ferro Casting Ductile (Fcd) 700 Melalui Proses Nitridasi Dengan Media Urea</b> Wiwik Purwadi , Dewi Idamayanti dan Firman	64 - 78
<b>Hubungan Paparan Xylene Dan Methyl Hippuric Acid Pada Pekerja Informal Pengecatan Mobil Di Karasak, Bandung</b> Gede Herang Cahyana, Athoni Sukrisna, Dan Tri Mulyani	79 - 94

**Iwang Gumilar dan Agus Ruswandi**

**VALUASI EKONOMI KEKAYAAN SUMBERDAYA KELAUTAN JAWA BARAT SELATAN**

CR Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Hal. 1-15

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan valuasi ekonomi terhadap kekayaan sumberdaya kelautan di wilayah Pantai Selatan Jawa Barat dengan teknik mengkuantifikasi nilai sumber daya dalam satuan moneter. Penelitian dilaksanakan Bulan September–Desember 2012 meliputi Kabupaten Ciamis, Tasikmalaya, Garut, Cianjur, Sukabumi. Data yang dikumpulkan meliputi data sekunder dan data primer. Data sekunder dikumpulkan dari instansi terkait, sedangkan data primer dikumpulkan melalui observasi lapang dan *Focus Group Discussion*. Analisis yang digunakan adalah analisis deskripsi, serta perhitungan nilai ekonomi sumberdaya kelautan melalui pendekatan *Total Economic Value* (TEV) yang meliputi sumberdaya hayati seperti sumberdaya perikanan laut (tangkap), sumberdaya tambak, sumberdaya terumbu karang, sumberdaya padang lamun dan sumberdaya mangrove; sumberdaya non hayati (pasir besi) dan jasa lingkungan (jasa pariwisata). Dari hasil studi ini diperoleh nilai ekonomi (present value dengan discount faktor 16%) total sumberdaya kelautan Jawa Barat Selatan Tahun 2012 untuk sumberdaya hayati sebesar Rp.1.408.989.172.400, yang terdiri dari nilai ekonomi present value sumberdaya ikan Rp.1.345.910.309.000; budidaya tambak Rp. 60.725.829; sumberdaya terumbu karang Rp.9.138.987.443; sumberdaya lamun Rp. 46.367.631.672; dan sumberdaya mangrove Rp.7.511.518.456. Total estimasi nilai ekonomi untuk sumberdaya non hayati berupa cadangan pasir besi sebesar Rp 31.950 triliyun; nilai ekonomi jasa pariwisata sebesar Rp.3.558.263.040.000.

**Kata kunci: sumberdaya, kelautan, ekonomi, valuasi**

---

**Restu Wulansari**

**KAJIAN STATUS HARA TANAH DAN TANAMAN DI PERKEBUNAN TEH JAWA BARAT DAN SUMATERA UTARA**

CR Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Hal. 16-30

**Abstrak**

Kesuburan tanah pada berbagai perkebunan teh bervariasi sesuai dengan jenis tanah (kesuburan potensial) dan kadar hara yang tersedia dalam tanah (kesuburan aktual). Kajian ini merangkum data analisa tanah dan tanaman pada beberapa ordo tanah yang terletak di perkebunan teh Jawa Barat (Andisol, Entisol, dan Inceptisol) tahun 2014 dan Sumatera Utara (Ultisol) tahun 2012. Jawa Barat mempunyai potensi besar dalam pengembangan komoditas teh karena memiliki areal perkebunan teh cukup luas, begitu juga untuk wilayah Sumatera Utara. Makalah ini bertujuan mengevaluasi status hara tanah dan tanaman untuk mengetahui kesuburan tanah aktual dan kesehatan tanaman. Hasil analisa tanah menunjukkan status hara P, K dan Mg sebagian besar pada tanah Andisol, Inceptisol dan Entisol adalah rendah, sedangkan Ultisol menunjukkan hara P dan K tanah tinggi. Status hara N daun rendah pada Andisol dan Ultisol mengindikasikan sudah mulai terjadi defisiensi N, begitu juga pada 4 ordo tanah bahwa

status hara K daun sangat rendah diindikasikan telah terjadi defisiensi K pada tanaman. Hasil analisa tersebut dapat membantu penentuan rekomendasi pemupukan dan pengelolaan tanaman teh khususnya perkebunan teh Jawa Barat dan Sumatera Utara.

**Kata kunci:** andisols, inceptisols, entisols, ultisols, tanaman teh

---

**Annisa Rahmidini, Firman F. Wirakusumah, dan Sari Puspa Dewi**

### **PENGARUH KUALITAS PENDIDIKAN TERHADAP KEPUASAN MAHASISWA LULUSAN PRODI DIII KEBIDANAN DI STIKes RESPATI TASIKMALAYA**

Cr Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Hal. 31-46

#### **Abstrak**

Tingginya tingkat persaingan antara institusi pendidikan mengakibatkan setiap institusi harus dapat mengelola institusinya secara professional. Institusi pendidikan dapat mengatasi daya saing yang tinggi dengan memiliki mutu/kualitas pendidikan yang baik. Keputusan perguruan tinggi melakukan tindakan perbaikan kualitas pendidikan yang sistematis merupakan perangkat yang menentukan dalam menindaklanjuti keluhan mahasiswa dari suatu kegagalan sehingga pada akhirnya mampu meningkatkan kepuasan lulusan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh kualitas pendidikan (tatakelola, pengabdian pada masyarakat, kurikulum program studi, proses pembelajaran, sumber daya manusia, suasana akademik, penelitian dan publikasi, kemahasiswaan, keuangan, serta prasarana dan sarana) terhadap kepuasan lulusan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Respati Tasikmalaya. Jenis penelitian kuantitatif dan metode yang digunakan adalah metode survey analitik dengan desain penelitian yaitu *cross sectional*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh lulusan STIKes Respati Tasikmalaya dua tahun terakhir yaitu Angkatan VII dan VIII berjumlah 201 lulusan. teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *simple random sampling* sebanyak 106 lulusan diambil. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan kuesioner. Hasil analisis data menunjukkan bahwa terdapat pengaruh positif antara kualitas pendidikan terhadap kepuasan lulusan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Respati Tasikmalaya. Diharapkan STIKes Respati Tasikmalaya meningkatkan kualitas pendidikan agar lulusan dapat merasa puas.

**Kata kunci :** kualitas pendidikan, kepuasan lulusan, perguruan tinggi.

---

**Beny Bandanadjaja dan M. Achyarsyah**

### **PERANCANGAN MATERIAL CORAN BAJA LINK TRACK UNTUK BUCKET WHEEL EXCAVATOR BATUBARA**

Cr Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Hal. 47-63

#### **Abstrak**

*Link Track* merupakan salah satu spare part pada Bucket Wheel Excavator (BWE) di Tambang batu bara Bukit Asam. Spare part ini diperoleh dengan cara diimpor dari Jerman atau India. Pengembangan produk dalam rangka substitusi import *Link Track* yang digunakan di industri hulu batu bara yang telah di rekomendasikan oleh PT Bukit Asam Muara Enim Sumatera Selatan sebagai penggunaannya. Pada penelitian ini telah dilakukan kegiatan perancangan jenis material yang tepat untuk *Link Track*. Metode yang dikembangkan meliputi analisis pembebanan perancangan material dan proses, pengecoran sampel material, perlakuan panas dan pengujian mekanik serta pemeriksaan metalografi. Hasilnya diperoleh bahwa komposisi material baja berkekuatan tinggi (*High Tensile Steel*) dengan paduan Ni, Cr dan Mo dapat mencapai porsi kekuatan mekanik yang sesuai dengan penggunaan *Link Track*. Proses perlakuan panas yang paling tepat menghasilkan kombinasi kekuatan dan elongasi adalah proses Normalising diikuti oleh pemanasan kembali pada 650 °C dilanjutkan dengan pemanasan kedua temperatur 650 °C. Sifat mekanik yang dapat dicapai yaitu kekuatan tarik sebesar 683 Mpa kekuatan yield sebesar 525 Mpa dan elongasi sebesar 20%.

**Kata kunci:** *link track*, baja, pemanasan ganda

---

Wiwik Purwadi, Dewi Idamayanti dan Firman

**PENINGKATAN KEKERASAN PERMUKAAN FERRO CASTING DUCTILE (FCD) 700 MELALUI PROSES NITRIDASI DENGAN MEDIA UREA**

Cr Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Hal. 64-78

**Abstrak**

*Ferro Casting Ductile (FCD) 700* digunakan untuk produk yang memerlukan kekuatan, duktilitas dan ketahanan impak, misalnya pada poros engkol. Untuk meningkatkan kinerja material dapat dilakukan pengerasan permukaan antara lain dengan proses nitridasi. Proses nitridasi dengan menggunakan urea sebagai sumber nitrogen dilakukan untuk meningkatkan kekerasan permukaan hingga 700 HV (60 HRC). Pada penelitian ini proses nitridasi dilakukan berdasarkan rasio urea per luas permukaan nitridasi. Variabel parameter yang diaplikasikan adalah temperatur (530 °C, 550 °C, 580 °C, 600 °C, dan 620 °C) dan waktu proses (1 jam dan 2 jam). Parameter yang digunakan secara konstan adalah rasio ketersediaan urea per luas permukaan sebesar 0,25 g/mm<sup>2</sup> dan tekanan ruangan nitridasi 0,3 Mpa. Verifikasi hasil dilakukan dengan pengujian kekerasan dan struktur mikro. Berdasarkan analisa struktur mikro yang didapat, pada variasi temperatur dan waktu nitridasi (580 °C, 600 °C, dan 620 °C dengan waktu proses nitridasi 1 jam dan 530 °C, 550°C, 580 °C, 600 °C, dan 620 ° dengan waktu proses 2 jam) dihasilkan white layer pada permukaan FCD 700. Kedalaman white layer maksimum terjadi pada temperatur nitridasi 620 °C dengan waktu nitridasi 2 jam sebesar 4,83 µm. Kekerasan permukaan tertinggi sebesar 733 HV dihasilkan pada temperatur 580 °C dengan waktu proses 2 jam.

**Kata Kunci :** *white layer*, nitridasi, Urea, FCD 700

---

Gede Herang Cahyana, Athoni Sukrisna, dan Tri Mulyani

**HUBUNGAN PAPAN XYLENE DAN METHYL HIPPURIC ACID PADA PEKERJA INFORMAL PENGECATAN MOBIL DI KARASAK, BANDUNG**

Cr Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Hal. 79-94

**Abstrak**

Xylene atau dimetilbenzene adalah turunan benzene dengan rumus molekul C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan termasuk senyawa aromatik yang tinggi tingkat racunnya. Xylene banyak digunakan sebagai pelarut cat sehingga sering terhirup oleh pekerja bengkel yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan akut dan kronis. Methyl hippuric acid (MHA) adalah hasil pengolahan xylene oleh tubuh yang dikeluarkan bersama urin. Observasi pada pekerja bengkel dengan kuesioner dan pengambilan sampel udara diperoleh data bahwa paparan xylene pada pekerja setiap kali mereka bekerja antara 0,042 dan 4,447 ppm. Mengacu pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.13/2011, konsentrasi xylene yang ditemukan pada pekerja tidak melebihi nilai ambang batas (NAB) 100 ppm. NAB yang diperkenankan 100 ppm. Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan hubungan yang cukup kuat antara xylene dan MHA dengan nilai r (korelasi) = 0,813. Disimpulkan, makin besar konsentrasi xylene makin besar pula konsentrasi MHA sehingga pekerja bengkel dapat dinyatakan terpapar xylene. Pekerja harus mengenakan masker untuk pencegahan dalam jangka panjang karena selain xylene, cat juga mengandung zat kimia berbahaya lainnya. Hasil penelitian ini bisa digunakan oleh pemerintah Provinsi Jawa Barat dan Kota Bandung untuk mengeluarkan peraturan yang melindungi pekerja bengkel pengecatan dan masyarakat di sekitarnya dari risiko xylene.

**Kata kunci:** Xylene, MHA, cat, observatif, korelasi, paparan

**Iwang Gumilar and Agus Ruswandi**

**ECONOMIC VALUATION OF MARINE RESOURCES IN SOUTHERN WEST JAVA**

CR Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Page 1-15

**Abstract**

The research aims to conduct an economic valuation of the wealth of marine resources in the South Coast region West Java with a technique to quantify the value of resources in monetary terms. The experiment was conducted September-December 2012 include Ciamis, Tasikmalaya, Garut, Cianjur, Sukabumi. Data collected include secondary data and primary data. Secondary data was collected from relevant agencies, primary data collected through field observation and Focus Group Discussion. Analysis method was using description analysis. Economic valuation used Total Economic Valuation (TEV) approachs, involved renewable resources such as mangrove resources, fisheries culture (fond and marine culture), and fishing; nonrenewable resources (mining); and environmental services (tourism activities). The results of this research obtained the economic value (present value with a discount factor of 16%) in the marine resources of the South West Java in 2012 for renewable resources amounted to Rp 1.408.989.172.400, which consists of the present value of the economic value of fish resources Rp. 1,345,910,309,000; aquaculture Rp. 60,725,829; coral reef resources. Rp 9,138,987,443; seagrass resources Rp. 46,367,631,672; and mangrove resource Rp. 7,511,518,456. The total economic value of nonrenewable resources (iron/Fe deposit) was USD 31,950 trillion; and the economic value of tourism services was Rp. 3,558,263,040,000.

**Keywords:** resources, marin, economy, valuation

---

**Restu Wulansari**

**STUDY OF SOIL AND PLANT NUTRIENT STATUS IN WEST JAVA AND NORTH SUMATERA TEA PLANTATION**

CR Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Page 16-30

**Abstract**

Soil fertility in tea plantations varies according to the type of soil (fertility potential) and the levels of nutrients available in the soil (actual fertility). This study summarizes the data analysis of soil and plants in several Soil orders located on tea plantation in West Java (Andisol, Entisol and Inceptisol) 2014 and the North Sumatra (Ultisol) in 2012. West Java has great potential in the development of tea commodity because of the wide areal of tea plantation, as well as for the region of North Sumatra. The objectives of this paper is to evaluate the nutrient status of the soil and plants to determine the actual soil fertility and plant health. Soil analysis indicated low status of P, K and Mg mostly on Andisol, Inceptisol and Entisol, while on ultisol showed the high nutrient status of P and K. Low N nutrient status of leaf on Andisol and Ultisols indicate N deficiency has already begun, as well as on 4 orders of soil that leaf nutrient status of K were very low, it indicated there has been a K deficiency in plants. The result of the analysis can be helpful to determine fertilizer and crop management recommendations tea, especially tea plantations in West Java and North Sumatra.



**Keywords:** andisols, inceptisols, entisols, ultisols, tea planting

---

**Annisa Rahmidini, Firman F. Wirakusumah, dan Sari Puspa Dewi**

**EFFECT OF QUALITY OF EDUCATION TOWARDS STUDENT SATISFACTION OF GRADUATES AT STIKes RESPATI TASIKMALAYA**

*Cr Journal* Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Page 31-46

**Abstract**

The high level of competition among educational institutions demands each institution to be able to manage its institution professionally. Educational institution could address high competitiveness by having a good quality education. The decision of an institution to conduct a systematic quality improvement action serves as determinant to handle students' complaints so that at the end, it can increase the satisfaction of graduates. The purpose of this study is to analyze the influence of quality of education (governance, community service, curriculum study, learning process, human resources, academic atmosphere, research and publications, student affairs, finance, as well as infrastructure and facilities) towards satisfaction of graduates in Respati Health Science Institute (STIKes) Tasikmalaya. The method used is quantitative research with cross sectional study design. The population in this study is all graduates of STIKes Respati Tasikmalaya in the past two years, namely Batch VII and VIII amounting to 201 graduates. Sampling techniques taken in this study is simple random sampling in total of 106 graduates. Methods of data collected in this study through questionnaire. The results show that there is a positive influence between qualities of education towards satisfaction of graduates in STIKes Respati Tasikmalaya. It is expected that STIKes Respati Tasikmalaya improves the quality of education so that graduates can be satisfied.

**Keywords:** quality education, graduate satisfaction, institution.

---

**Beny Bandanadjaja dan M. Achyarsyah**

**MATERIAL DESIGN OF LINK TRACK STEEL CASTING FOR COAL BUCKET WHEEL EXCAVATOR**

*Cr Journal* Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Page 47-63

**Abstract**

Link Track is a spare part of Bucket Wheel Excavator at Bukit Asam coal mine in West Sumatra. The spare part was previously imported from Germany or India. The development of this product has been recommended by the user of PT Bukit Asam Muara Enim to substitute the imported product. On this research the material design of Link Track has been obtained by Polman Bandung. The methods are included of material design and process, sampel cast, heat treatment, mechanical testing and metalography examination. the result shown that the best composition of high tensile steel with alloying of Ni, Cr and Mo can reach high tensile strength which is proper for Link Track application. The heat treatment process which can obtain that result come from Normalizing process and followed by double reheating process of 650 °C then second reheat on 650 °C. The mechanical properties which is found is 683 Mpa, yield strength of 525 Mpa and elongation of 20 %.

**Keywords:** link track, steel, double reheating

---

**Wiwik Purwadi, Dewi Idamayanti dan Firman**

**INCREASING OF SURFACE HARDNESS OF FERRO CASTING DUCTILE (FCD) 700 THROUGH NITRIDING IN UREA MEDIUM**

*Cr Journal* Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Page 64-78

**Abstract**

Ferro Casting Ductile (FCD) 700 is widely used for products requiring strength, ductility and impact resistance such as crank shaft. Surface hardening can be applied to improve the performance of this

material which can be accomplished through nitriding process. This research deals with nitriding process by using urea as the nitrogen source to achieve the surface hardness of 700 HV(600 HRC). Nitriding has been accomplished by varying the temperature (530 °C, 550 °C, 580 °C, 600 °C, dan 620 °C) and holding time (1-2hrs). The ratio between the amount of urea and surface area is constantly maintained at 0,25 g/mm<sup>2</sup>, while the room pressure in the nitriding tube was 0,3 Mpa. The hardness value and the microstructure are used to analyse the result. 1 hr of holding time with at the temperature of 580 °C, 600 °C, 620 °C and 2 hrs holding time at 530 °C, 550°C, 580 °C, 600 °C, 620 °C has resulted white layer on the surface of the material. The maximum depth of white layer (4,83 µm) has been achieved at 2 hrs holding time and temperature of 620 °C. The maximum hardness of 733 HV is resulted after holding the temperature at 580 °C for 2 hrs.

**Keywords :** White layer, nitriding, Urea, FCD 700

---

**Gede Herang Cahyana, Athoni Sukrisna, dan Tri Mulyani**

**EXPOSURE CORRELATION OF XYLENE AND METHYL HIPPURIC ACID ON INFORMAL CAR PAINTING WORKERS IN KARASAK, BANDUNG**

*Cr Journal Vol. 1 No. 1, Desember 2015, Page 79-94*

**Abstract**

Xylene (dimetilbenzene) is a derivative of benzene with molecular formula  $C_6H_4(CH_3)_2$  and grouped to aromatic organic compound with high toxicity. Xylene is widely used as a paint solvent, often inhaled by workers which can cause health problems both acute and chronic. Methyl Hippuric Acid (MHA) is a result of xylene processing by human body, then excreted in urine after passing through several processes. On observation of workshop workers with questionnaire was found that there were some exposure data at every time they worked: 0.042 to 4.447 ppm. By reference to the regulation of Labor and Transmigration Minister No.13/2011, the concentration of xylene found not exceed the threshold limit value 100 ppm. The TLV is 100 ppm. The results showed a relationship between xylene and MHA was a fairly strong with the value of  $r$  (correlation) 0.813. Concluded, greater concentration of xylene would increase MHA concentration so the workshop's workers could be expressed as exposed to xylene. The workers have to use masks to prevent themselves from another toxic chemicals in paints. The results could be used by West Java and Bandung City Government to release regulation to prevent informal workers in car workshop and people from xylene risk.

**Keywords :** Xylene, MHA, paint, observative, correlation, exposure

# PERANCANGAN MATERIAL CORAN BAJA LINK TRACK UNTUK BUCKET WHEEL EXCAVATOR BATUBARA

## MATERIAL DESIGN OF LINK TRACK STEEL CASTING FOR COAL BUCKET WHEEL EXCAVATOR

Beny Bandanadajaja<sup>1</sup> dan M. Achyarsyah<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl. Kanayakan 21 Dago Bandung

HP: 081320006152<sup>1</sup>

Email: benybj@yahoo.com<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Link Track is a spare part of Bucket Wheel Excavator at Bukit Asam coal mine in West Sumatra. The spare part was previously imported from Germany or India. The development of this product has been recommended by the user of PT Bukit Asam Muara Enim to substitute the imported product. On this research the material design of Link Track has been obtained by Polman Bandung. The methods are included of material design and process, sampel cast, heat treatment, mechanical testing and metalography examination. The result shown that the best composition of high tensile steel with alloying of Ni, Cr and Mo can reach high tensile strength which is proper for Link Track application. The heat treatment process which can obtain that result come from Normalizing process and followed by double reheating process of 650 °C then second reheat on 650 °C. The mechanical properties which is found is 683 Mpa, yield strength of 525 Mpa and elongation of 20 %.*

*Keywords: link track, steel, double reheating*

### ABSTRAK

Link Track merupakan salah satu spare part pada Bucket Wheel Excavator (BWE) di Tambang batu bara Bukit Asam. Spare part ini diperoleh dengan cara diimpor dari Jerman atau India. Pengembangan produk dalam rangka substitusi import Link Track yang digunakan di industri hulu batu bara yang telah di rekomendasikan oleh PT Bukit Asam Muara Enim Sumatera Selatan sebagai penggunaannya. Pada penelitian ini telah dilakukan kegiatan perancangan jenis material yang tepat untuk *Link Track*. Metode yang dikembangkan meliputi analisis pembebanan perancangan material dan proses, pengecoran sampel material, perlakuan panas dan pengujian mekanik serta pemeriksaan metalografi. Hasilnya diperoleh bahwa komposisi material baja berkekuatan tinggi (*High Tensile Steel*) dengan paduan Ni, Cr dan Mo dapat mencapai porsi kekuatan mekanik yang sesuai dengan penggunaan Link Track. Proses perlakuan panas yang paling tepat menghasilkan kombinasi kekuatan dan elongasi adalah proses Normalising diikuti oleh pemanasan kembali pada 650 °C dilanjutkan dengan pemanasan kedua temperatur 650 °C. Sifat mekanik yang dapat dicapai yaitu kekuatan tarik sebesar 683 Mpa kekuatan yield sebesar 525 Mpa dan elongasi sebesar 20%.

Kata kunci: *link track*, baja, pemanasan ganda

### PENDAHULUAN

Produk coran *Link Track* yang merupakan salah satu bagian pada *Bucket Wheel Excavator* (BWE) di Bukit Asam, Lampung. Produk ini aslinya selalu diperoleh dengan cara diimpor dari Jerman atau India. BWE seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, adalah alat berat yang memiliki dimensi sangat besar, digunakan pada tambang terbuka seperti penambangan batu bara di Bukit Asam. BWE memiliki roda berputar yang sangat besar dan dipasangkan kepada lengan. Ujung roda ini kemudian dipasangi semacam ember besi (Bucket) dengan gigi-gigi logam (*teeth*) dipinggiran *bucket* yang berfungsi untuk mengeruk batu bara di

permukaan (Wikipedia, 2015). *Link Track* (Gambar 1.) digunakan sebagai bantalan untuk pemegang roda rantai BWE. BWE sendiri memiliki dimensi yang sangat besar tentunya mengakibatkan beban yang diterima oleh bagian rantai roda cukup besar.

Latar belakang permasalahan dalam pembuatan produk Link track adalah benda ini memiliki dimensi coran yang cukup tebal dan bentuknya yang relatif rumit sehingga perlu lebih teliti dalam membuat perancangan corannya. Hal lain menjadi permasalahan adalah penentuan jenis baja cor khusus yang sesuai dengan aplikasinya di lapangan. Hal tersebut merupakan permasalahan yang

menjadikan produk ini perlu mendapatkan perhatian dan penelitian lanjut dalam rangka usaha-usaha untuk dapat memproduksi *Link Track* yang memenuhi spesifikasi standar. Pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah: Bagaimana membuat produk link track melalui proses pengecoran logam yang bebas dari cacat berupa susut tuang (*shrinkage*). Dalam hal ini berkaitan dengan rancangan disain pengecoran yang tepat untuk mendapatkan kualitas coran yang bebas susut tuang telah diteliti oleh Firmansyah dan Achyarsyah (2010). Selain itu bagaimana memperoleh material yang tepat untuk dijadikan bahan dasar pembuatan produk cor link track. Material yang digunakan harus dapat menahan beban berat bodi BWE dan gesekan akibat penggunaannya. Hal ini berkaitan dengan disain pemilihan komposisi material dan proses perlakuan panas yang tepat untuk mendapatkan sifat mekanis yang cocok untuk aplikasi link track. Fokus penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah perancangan material yang tepat untuk digunakan pada aplikasi Link Track.

Polman Bandung merupakan Politeknik Negeri yang berada di Bandung Jawa Barat. Sebagai satu-satunya Perguruan Tinggi Negeri yang memiliki fasilitas pendidikan pengecoran logam, Polman Bandung telah banyak menerima permintaan untuk pengembangan produk cor dari industri di berbagai daerah di Indonesia. Polman Bandung telah mengembangkan pembuatan produk cor berupa spare part yang digunakan oleh PT Bukit Asam ini sejak tahun 2000. Beberapa produk telah digunakan oleh PT Bukit Asam sebagai *spare part* pengganti. Salah satu contohnya adalah penggunaan produk *Bucket Teeth* yang sudah di gunakan

oleh PT Bukit Asam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Material link track yang asli menggunakan material jenis austenitic manganese steel. Standar material **DIN GX 120 Mn 12** atau **ASTM A128 / A128M - 93(2012)**. Berdasarkan Gambar teknik yang dimiliki oleh pengguna material asli memiliki sifat mekanik kuat tarik ( $\sigma_u$ ) = **600 N/mm<sup>2</sup>** dan kuat yield ( $\sigma_y$ ) = **300 N/mm<sup>2</sup>**, elongasi ( $e$ ) = 25% (JIS G 5131:2008, 1995). Austenitic manganese steel memiliki struktur mikro austenit. Struktur mikro ini memiliki sifat lunak dan tidak bisa dikeraskan lagi melalui proses perlakuan panas. Struktur austenit cocok untuk beban dengan dampak tinggi dan abrasif dimana struktur akan berubah menjadi martensit akibat beban dampak, dengan demikian ketahanan abrasifnya menjadi tinggi (KEY to METALS Articles, 2015).

Dalam aplikasinya link track tidak mengalami beban dampak yang tinggi. Link track mengalami beban tekan dan tarik. Posisi tekanan terbesar pada saat link track bertemu sprocket penggerak, tekanan pada permukaan pertemuan mengakibatkan link track terdeformasi plastis. Gambar. 3. menunjukkan posisi tekanan sproket pada link track yang mengakibatkan terdeformasi plastisnya dan rusaknya bagian link track yang menjadi penumpu.

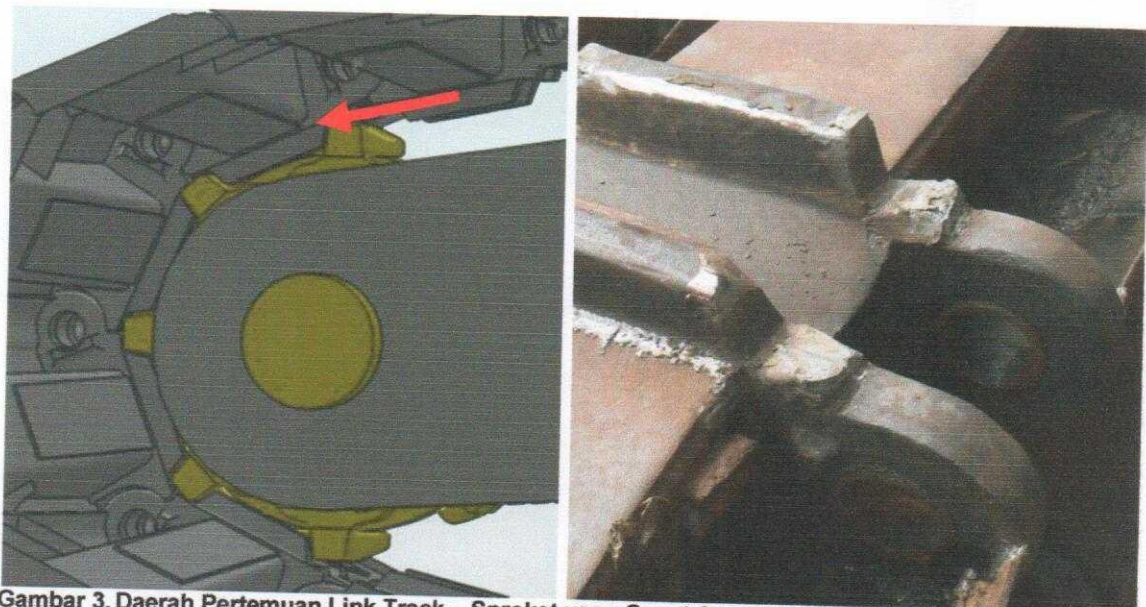
Untuk meningkatkan ketahanan terhadap deformasi maka material tidak boleh terlalu lunak. Namun bila dikeraskan seluruhnya maka material akan cenderung getas (*brittle*) dan dapat menjadi patah akibat beban bodi BWE. Untuk itu perlu dirancang material yang memiliki kemampuan dikeraskan. Pengerasan yang dilakukan tidak seluruhnya



**Gambar 1. Bucket Wheel Escavator dan Spare Part Link Track**  
Sumber: penulis



**Gambar 2. Bucket Teeth Produk Polman pada BWE di PT Bukit Asam**  
 Sumber: penulis



**Gambar 3. Daerah Pertemuan Link Track – Sproket yang Cepat Aus dan Rusak**  
 Sumber: penulis

namun hanya pada posisi tumpuan tersebut. Proses pengerasan dapat menggunakan metode flame hardening atau *induction*

*hardening*. Oleh karenanya untuk dapat dikeraskan material harus memiliki struktur non austenitic. Namun juga memiliki kekuatan

tinggi dan elongasi yang cukup. Material yang dipilih adalah jenis baja berkekuatan tinggi dengan paduan Ni, Cr dan Mo. Standar material digunakan adalah AISI 4340. Komposisi material berdasarkan sumber ASM Handbook Vol 1 (1990) seperti yang ditunjukkan pada Tabel. 1 (ASM International, 1990).

Sifat mekanik material AISI 4340 ini berdasarkan sumber ASM Handbook Vol 1 (1990) dapat dilihat pada Tabel. 2

Nampak pada Tabel 2 sifat mekanik AISI 4340 hasil hardening tempering memiliki kekuatan yang sangat tinggi,  $\sigma_u$  sampai 1080 Mpa, sementara elongasinya relatif rendah yaitu hanya 12 % min. Dapat dilihat kebutuhan untuk kekuatan material link track dari sifat material asli yaitu hanya 600 Mpa namun dengan elongasi tinggi sebesar 25%. Oleh karena itu material AISI 4340 perlu dimodifikasi sifatnya melalui perlakuan panas. Targetnya adalah material AISI 4340 ini memiliki *bulk properties* dengan kekuatan min. 600 Mpa dan elongasi 25%. Selanjutnya daerah tumpuan pertemuan link track dan sproket nantinya dapat dikeraskan melalui proses pengerasan permukaan.

Perancangan material yang akan dibuat untuk kebutuhan Link Track harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Dari segi kekuatan masif (*Bulk Properties*) material asli sudah cukup baik. Untuk itu material rancangan baru harus memiliki kekuatan cukup dengan nilai min. 600 Mpa.
- Dari segi ketahanan terhadap deformasi plastis, nampak material kurang baik menerima beban sehingga pada lokasi terkena tekanan tinggi (daerah tumpuan sproket) terjadi deformasi dan aus. Oleh karena itu material yang dirancang harus memiliki kekuatan yield yang lebih tinggi dari 300 Mpa.

**Tabel 1. Komposisi Kimia AISI 4340**

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
0.38-0.43	0.60-0.80	0.15-0.35	$\leq 0.035$	$\leq 0.04$	0.70-0.90	1.65-2.00	0.20-0.30

Sumber: ASM Handbook Vol 1 (1990)

**Tabel 2. Sifat Mekanik AISI 4340**

Section mm	0.2% Proof Stress MPa	Tensile Strength MPa	Elongation On 5.65 $\sqrt{S_0}$ %	Izod	Charpy	Hardness HB
up to 100	740 min	930 – 1080	12 min	47 min	42 min	269 – 331

Sumber: ASM Handbook Vol 1 (1990)

Untuk ketangguhan material maka elongasi tidak boleh rendah (Dieter, 1976). Pada kondisi material asli elongasi 25% namun perlu dilihat juga kekuatan yield yang hanya 300 Mpa, bila kekuatan yieldnya akan ditingkatkan tentu dapat menurunkan elongasinya. Dengan demikian setidaknya dapat dicapai elongasi minimal 20 %. Sifat-sifat tersebut dapat diperoleh setelah material diberi perlakuan panas. Oleh karena itu rangkaian eksperimen perlakuan panas yang meliputi normalising dan pemanasan kembali dilaksanakan dalam penelitian ini. Sampai diperoleh kondisi yang paling baik untuk mencapai persyaratan sifat mekanik material yang akan dicapai.

Tujuan penelitian secara umum adalah untuk menghasilkan produk cor *Link Track* berkualitas tinggi dan mampu bersaing dengan produk impor. Produk coran yang berkualitas tinggi disini adalah bebas porositas/susut cor (*shrinkage*) dan memiliki kualitas material yang sesuai dengan kebutuhannya (Stefanescu, 1988). Tidak hanya dalam skala prototipe tujuan akhirnya adalah produk cor *Link Track* yang dikembangkan akan dapat digunakan oleh PT Bukit Asam. Tujuan spesifik yang akan dicapai pada penelitian ini adalah diperoleh jenis material dan rancangan proses perlakuan material yang tepat untuk dapat digunakan sebagai material Link Track.

Apabila pembuatan produk cor *Link Track* ini berhasil maka produk cor hasil pengembangan Polman ini menjadi produk *Link Track* dalam negeri pertama yang digunakan di PT Bukit Asam. Pada akhirnya, dari keberhasilan memproduksi barang substitusi impor ini, dapat di informasikan kepada industri-industri yang menggunakan produk coran sehingga dapat memenuhi kebutuhan akan *spare part* mesinnya dari

produk dalam negeri, yang memiliki kualitas bersaing dengan harga yang tentunya lebih murah.

Beberapa hal penting yang merupakan dampak positif dari luaran penelitian yang diperoleh adalah:

- Hasil penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi dalam memproduksi produk baja cor *Link Track* bagi PT. Bukit Asam, maupun industri-industri lain yang menggunakan produk sejenis.
- SOP (*Standard Operational Procedures*) dari hasil penelitian ini dapat digunakan untuk perancangan baja cor lainnya, yang memiliki spesifikasi material maupun dimensi yang serupa dengan *Link Track* ini.
- Industri di Indonesia khususnya yang menggunakan produk cor sejenis, memiliki alternatif produk dalam negeri.

#### METODE

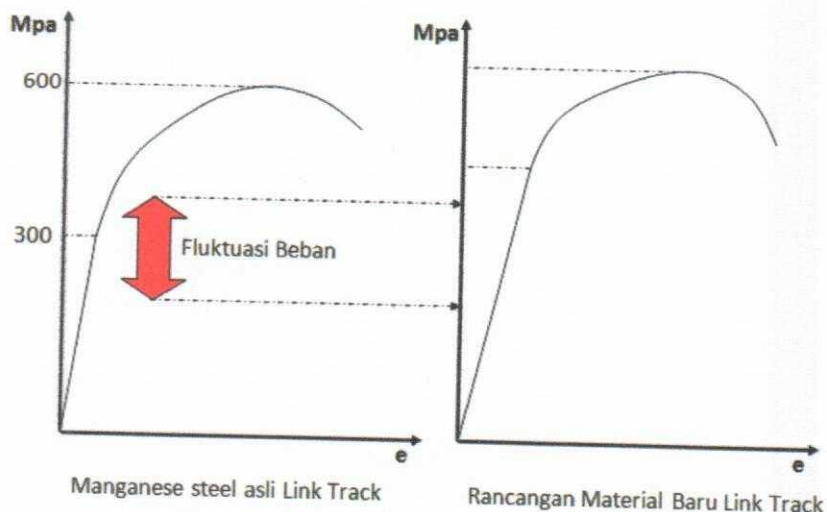
Metode penelitian yang digunakan berupa perancangan material dan proses eksperimental untuk mendapatkan hasil optimal. Untuk itu maka disusun serangkaian kegiatan dengan langkah metode sebagai berikut:

- Pengumpulan data teknis dan spesifikasi *Link Track*
- Analisis Pembebanan

- Perancangan material *Link Track* dengan sifat mekanis yang sesuai dengan tuntutan penggunaannya
- Pengecoran material untuk *Link Track* hasil rancangan dalam bentuk Y Block
- Variasi proses perlakuan panas untuk mendapatkan sifat mekanik yang terbaik
- Pengujian sifat mekanik bahan yang dihasilkan (uji tarik, kekerasan, dampak dan struktur mikro)
- Analisis hasil
- Kesimpulan

Analisis pembebanan dilakukan untuk mengetahui posisi pembebanan dan besar beban yang diterima oleh *link track*. Melalui analisis pembebanan maka dapat diperoleh lokasi pembebanan maksimum yang diterima oleh *link track*. Dengan demikian dapat dirancang proses perlakuan material yang tepat untuk mengatasi beban tersebut.

Konsep perancangan material mengacu kepada kebutuhan sifat mekanik material *Link Track*. Gambar 4. menunjukkan konsep perancangan material baru yang akan dibuat. Fluktuasi beban yang terjadi diperkirakan berada sampai daerah plastis, hal ini dapat diketahui dari indikasi adanya daerah-daerah yang terdeformasi plastis, yaitu daerah tumpuan *link track* dan sproket penggerak. Dengan demikian material baru harus memiliki kekuatan yield diatas material aslinya, namun elongasi tetap dapat



**Gambar 4. Konsep Rancangan Sifat Material Baru untuk *Link Track***

Sumber: penulis / hasil penelitian

dipertahankan (Dieter, 1976). Material yang dipilih untuk mendapatkan kekuatan tinggi dan elongasi yang baik adalah jenis baja high tensile steel paduan Ni, Cr dan Mo.

Dalam mempertahankan elongasi material dapat digunakan metode modifikasi sifat melalui perlakuan panas (Thelning, 1984). Material hasil cor akan diberi perlakuan normalising kemudian pemanasan I pada 650 °C. Selanjutnya diikuti dengan pemanasan II dengan variasi 650 °C, 450 °C dan 250 °C. Material sampel dicor dengan komposisi AISI 4340 dalam bentuk Y Block. Kemudian dipotong dan dibuat sampel uji untuk perlakuan panas. Setelah mengalami proses perlakuan panas kemudian dilakukan pengujian struktur mikro, pengujian tarik dan kekerasan. Hasilnya dianalisis dan dapat diperoleh kesimpulan.

Untuk mengetahui sifat mekanik untuk setiap tahapan proses maka perlu dilakukan pengujian pada masing-masing tahapannya. Dengan demikian sampel uji yang dibuat menjadi sebagai berikut:

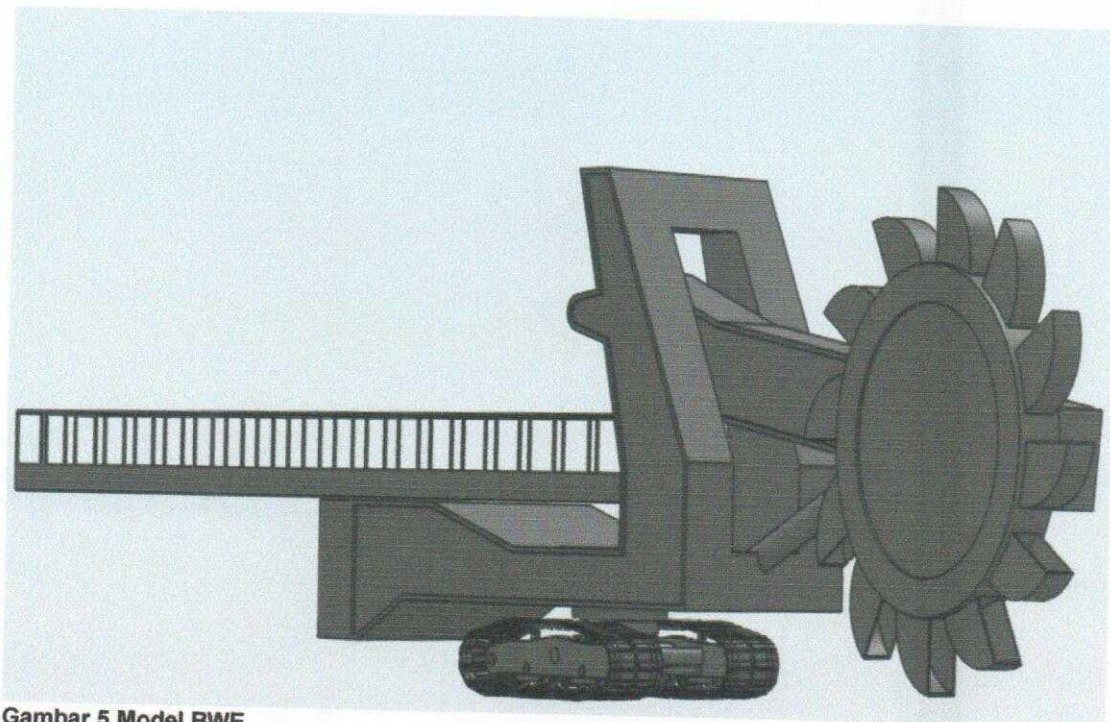
- Sampel 1 → diambil dari hasil cor dalam kondisi as-cast
- Sampel 2 → diambil dari hasil cor yang sudah diberi perlakuan normalising

- Sampel 3 → diambil dari hasil cor yang sudah diberi perlakuan normalising-pemanasan 650
- Sampel 4 → diambil dari hasil cor yang sudah diberi perlakuan normalising - pemanasan I 650 - pemanasan II 650
- Sampel 5 → diambil dari hasil cor yang sudah diberi perlakuan normalising - pemanasan I 650 - pemanasan II 450
- Sampel 6 → diambil dari hasil cor yang sudah diberi perlakuan normalising - pemanasan I 650 - pemanasan II 250

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Simulasi Pembebanan

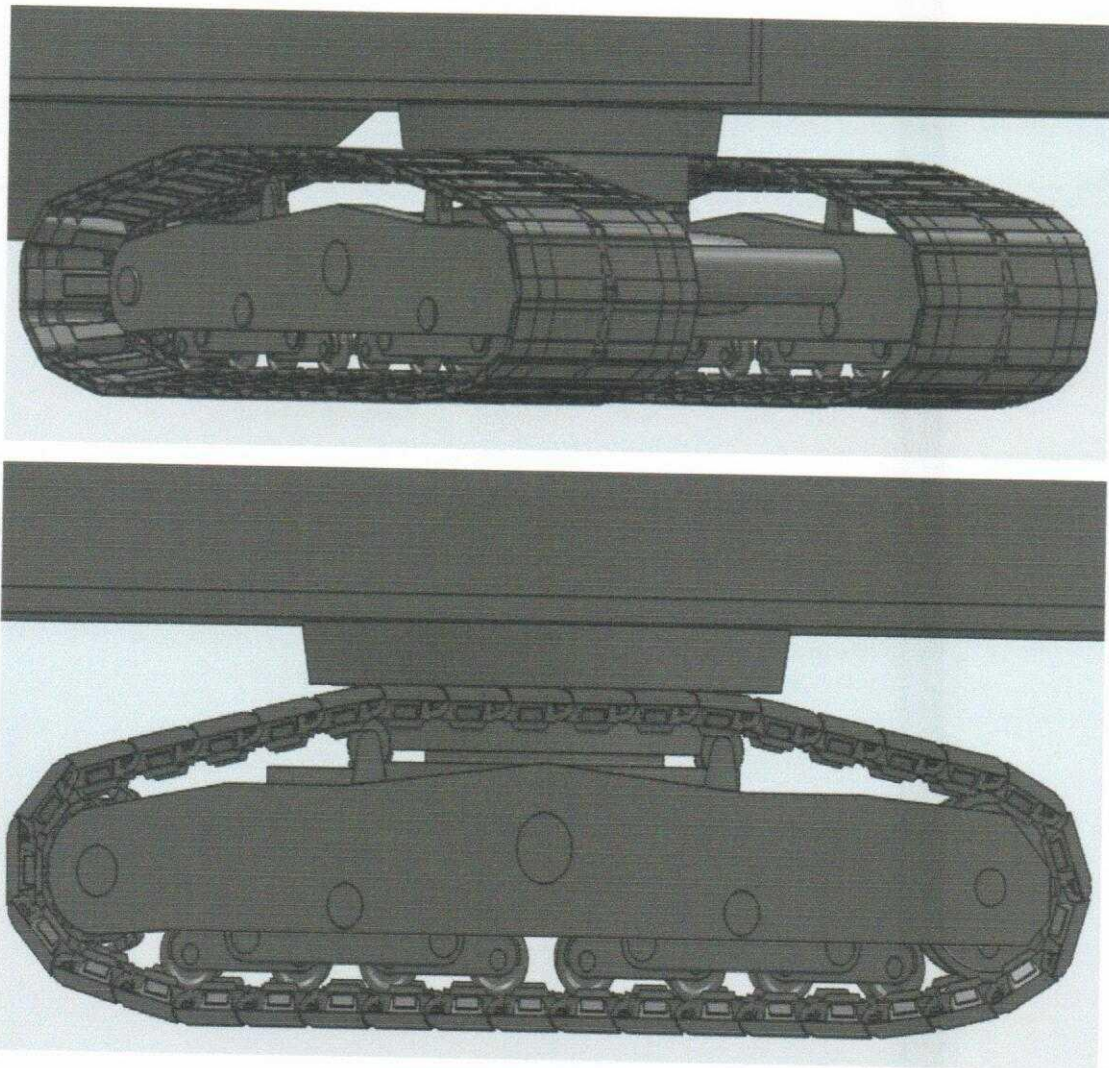
Analisis pembebanan dilakukan untuk mendapatkan informasi seberapa besar tegangan yang terjadi pada Link Track. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat model BWE. Gambar. 5. menunjukkan model Bucket Wheel Excavator (BWE) yang disederhanakan untuk mempermudah analisis pembebanan. Analisis pembebanan dilakukan menggunakan simulasi komputer (CAE/Computer Aided Engineering) (Solidwork, 2010).



Gambar 5. Model BWE

Sumber: penulis / hasil penelitian





**Gambar 6. Rantai Bucket Wheel Excavator**  
 Sumber: penulis/ hasil penelitian

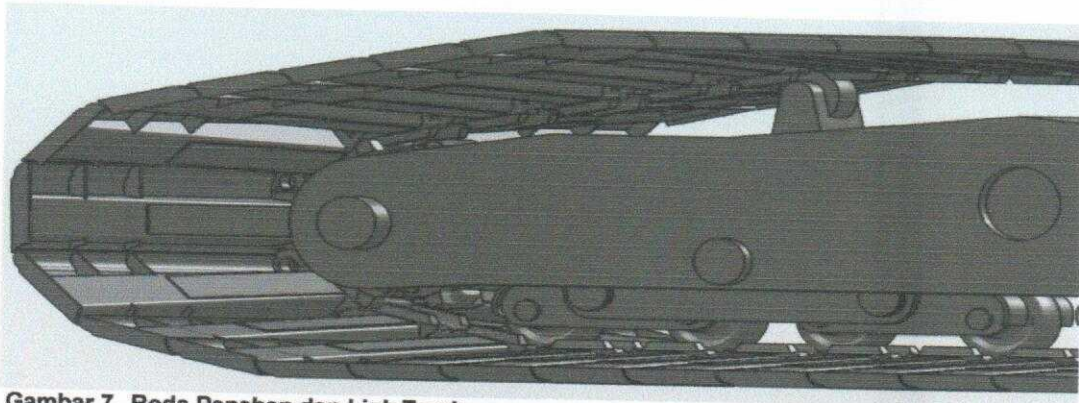
Berdasarkan data yang diperoleh Bucket Wheel Excavator berjalan pada kedua link track, beban yang harus ditahan oleh link track adalah sebesar 820 Ton. Untuk bagian rantai dan beberapa part yang bertautan dengan link track digambar dengan lebih detail. Gambar-gambar berikut memperlihatkan detail dari link track dan rantai roda.

Link track satu sisinya dirangkai sebanyak 35 buah sehingga menyusun rantai. Link track dan sayapnya di assy dengan cara las, dimana link track posisinya ditengah-tengah. Bagian yang bersentuhan dengan link track yaitu roda penahan ada sebanyak 8 buah pada tiap sisi.

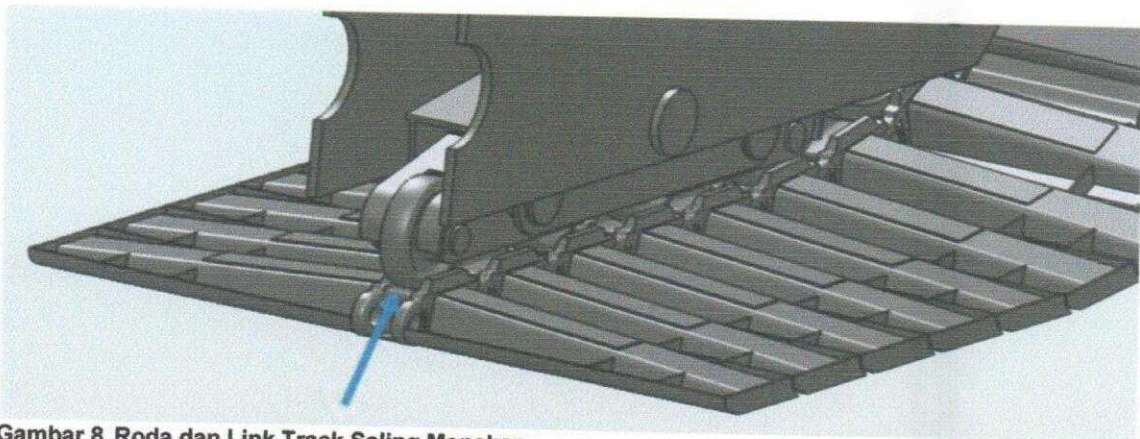
Dengan demikian perhitungan beban pada tiap roda penahan adalah :

$$W = \frac{820.000 \cdot 10}{16} = 512.500 \text{ N}$$

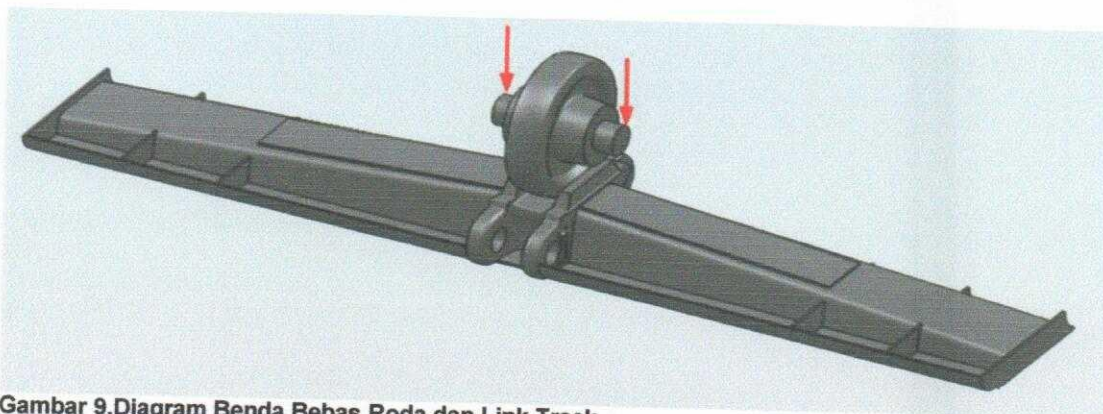
Gambar. 8. menunjukkan posisi roda penekan yang bersentuhan dengan link track. Dengan posisi tersebut roda penahan ini yang memberikan gaya terhadap link track. Posisi roda penekan dan link track dapat disimulasikan sehingga dapat diperoleh distribusi tegangan yang terjadi. Gambar. 9. menunjukkan diagram benda bebas roda penekan dan link track



**Gambar 7. Roda Penahan dan Link Track**  
*Sumber: penulis / hasil penelitian*



**Gambar 8. Roda dan Link Track Saling Menekan**  
*Sumber: penulis / hasil penelitian*



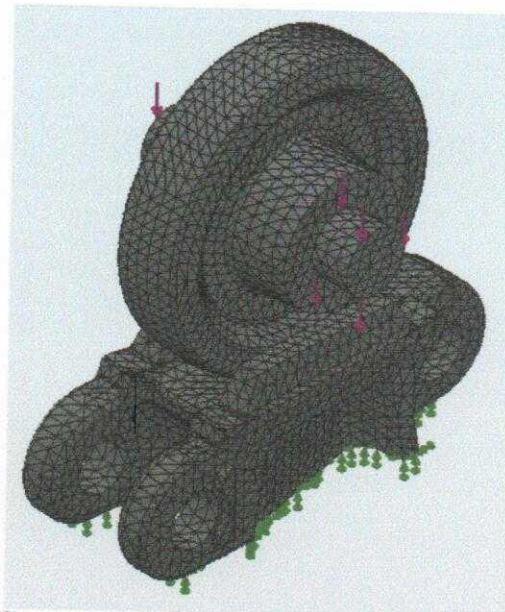
**Gambar 9. Diagram Benda Bebas Roda dan Link Track**  
*Sumber: penulis / hasil penelitian*

Selanjutnya dilakukan meshing dan penentuan kondisi batasnya. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 10.

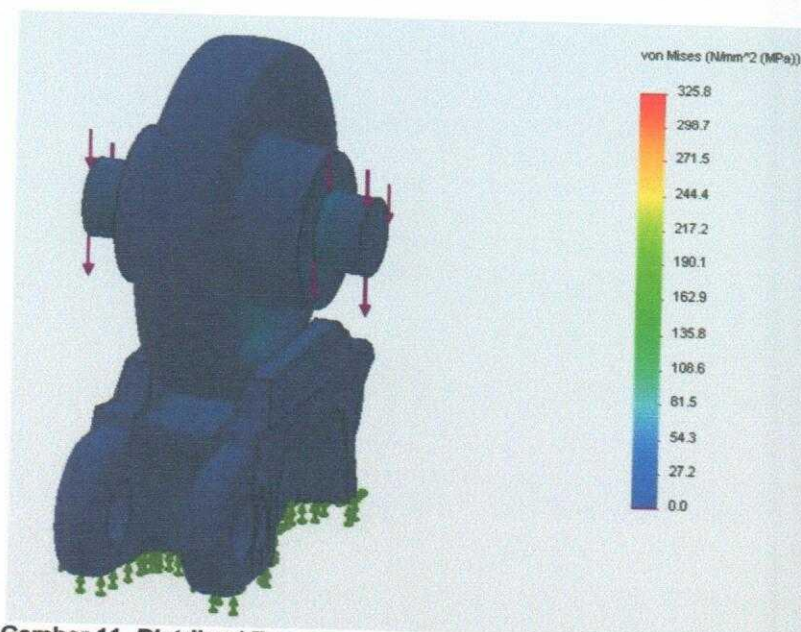
Selanjutnya dilakukan simulasi pembebanan dengan memasukkan data input gaya akibat beban body BWE. Hasil simulasi diperoleh Distribusi tegangan dengan kondisi pembebanan statik seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 11.

Tegangan terbesar terjadi pada sisi roda penahan, pada daerah yang kontak langsung tegangan yang terjadi sekitar 200 Mpa, ditunjukkan pada Gambar 12.

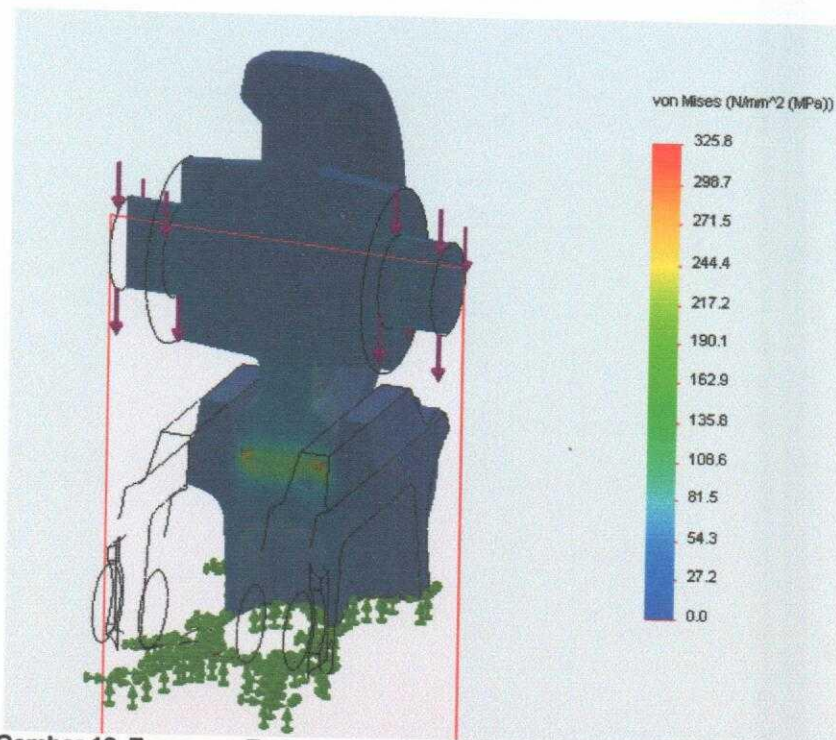
Selain gaya statik ada gaya akibat tarikan sprocket penggerak. Perhitungan gaya tekan dan gaya tarik akibat sprocket ditunjukkan pada Gambar. 13.



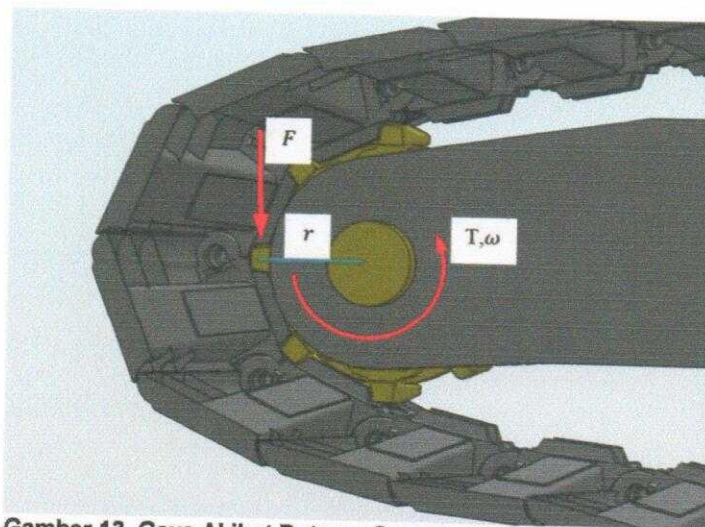
**Gambar 10. Meshing Roda Penekan dan Link Track**  
*Sumber: penulis / hasil penelitian*



**Gambar 11. Distribusi Tegangan**  
*Sumber: penulis / hasil penelitian*



**Gambar 12. Tegangan Terbesar**  
 Sumber: penulis / hasil penelitian



**Gambar 13. Gaya Akibat Putaran Sprocket Penggerak**  
 Sumber: penulis / hasil penelitian

Dari data yang diperoleh daya motor sebesar 90 kW, maka:

$$\text{Daya, } P = T\omega = T \frac{2\pi N}{60}$$

Torsi yang terjadi, jika asumsi putaran roda adalah 1 rpm dan daya motor yang terpakai 80% adalah:

$$T = \frac{60P}{2\pi N} = \frac{60 \cdot 90.000 \cdot 0,8}{2\pi \cdot 1} = 687.549,3 \text{ Nm}$$

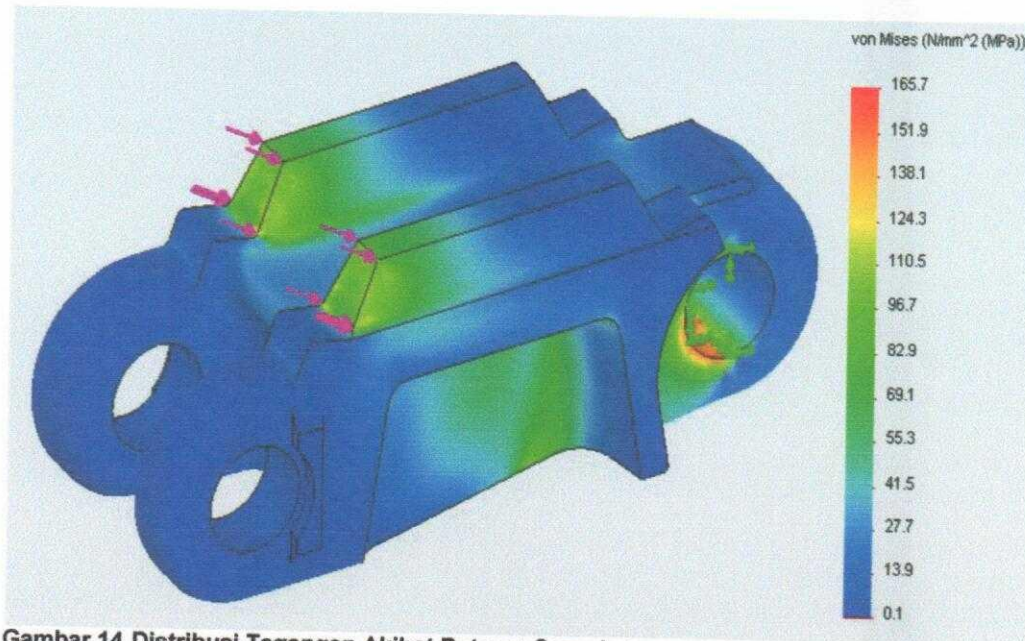
Gaya yang terjadi pada sprocket, jika jari-jari sprocket 0,7 m adalah:

$$F = \frac{T}{r} = \frac{687.549,3}{0,7} = 982.213 \text{ N}$$

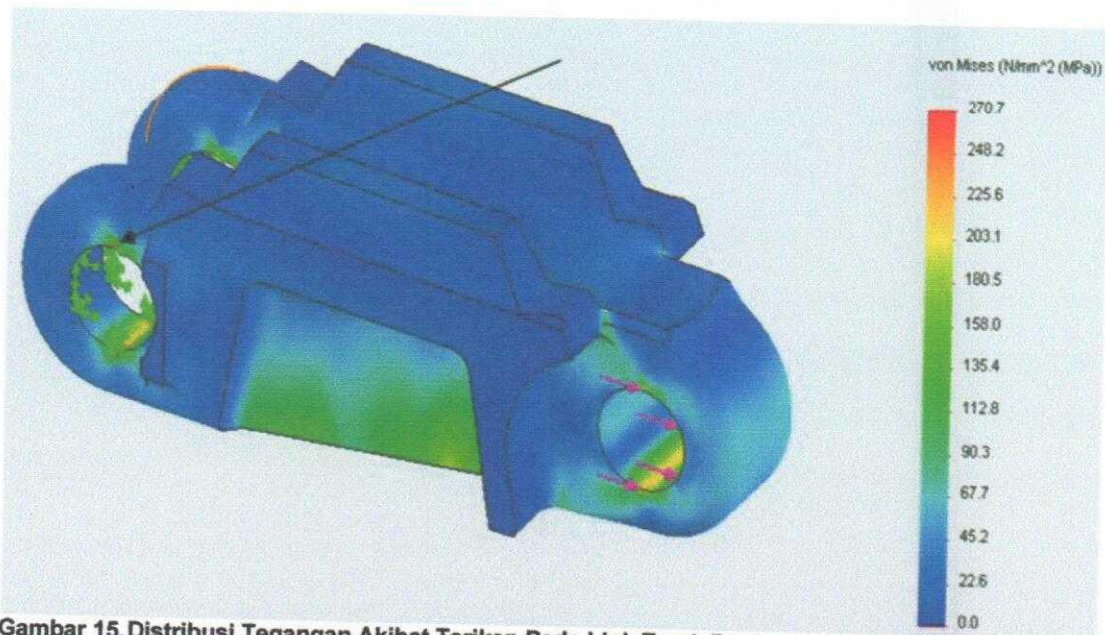
Dari penetapan kondisi diatas maka diperoleh distribusi tegangan akibat putaran tenaga motor pada sprocket. Gambar. 14 menunjukkan distribusi tegangan yang terjadi. Besar tegangan pada daerah kontak seperti yang ditunjukkan oleh panah merah antara sprocket dan link track sekitar 125 MPa.

Pada kondisi pemutaran oleh sprocket penggerak maka link track pada bagian atas mengalami tarikan, Gambar. 15. berikut adalah distribusi tegangan yang terjadi

Besar tegangan maksimum yang terjadi 270 MPa pada daerah kecil di sisi luar, pada bagian dalamnya sebesar 205 MPa.



**Gambar 14. Distribusi Tegangan Akibat Putaran Sprocket**  
Sumber: penulis / hasil penelitian



**Gambar 15. Distribusi Tegangan Akibat Tarikan Pada Link Track Bagian Atas**  
Sumber: penulis / hasil penelitian

### Perancangan Material

Material dasar mengacu pada komposisi AISI 4340 kemudian dicor dalam bentuk sampel uji. Kemudian hasil cor diberikan perlakuan panas dengan variasi sebagai berikut:

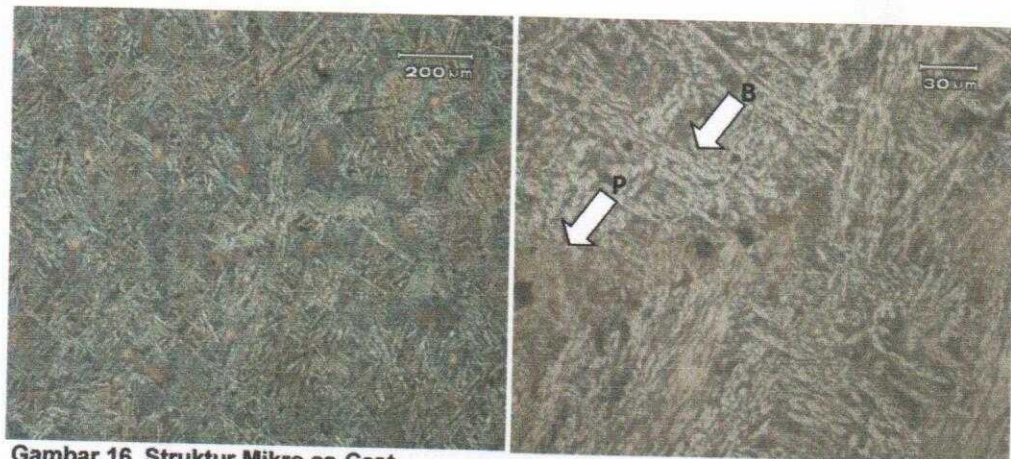
- Sampel 1 → kondisi as-cast
- Sampel 2 → kondisi proses normalising
- Sampel 3 → kondisi proses Normalising - pemanasan 650
- Sampel 4 → kondisi proses Normalising - pemanasan I 650 - pemanasan II 650
- Sampel 5 → kondisi proses Normalising - pemanasan I 650 - pemanasan II 450
- Sampel 6 → kondisi proses Normalising - pemanasan I 650 - pemanasan II 250

Hasil pengamatan struktur mikro sebagai berikut:

Struktur mikro sampel 1 as-cast adalah bainit (B) dan perlit (P) (ASM Handbook Vol 9, 1990), ditunjukkan pada Gambar. 16.

Struktur mikro sampel 2 as normalising adalah perlit (P), bainit (B) dan martensit (M). Martensit berada pada batas butir, nampak pada Gambar. 17. Struktur mikro sampel 3 as normalising-pemanasan 650 berupa perlit (P), bainit (B) dan martensit temper (MT), nampak pada Gambar. 18.

Struktur mikro sampel 4 as normalising-pemanasan I 650-pemanasan II 650 berupa perlit (P), bainit (B) dan martensit temper (MT) dengan kondisi martensit temper yang semakin tipis, nampak pada Gambar. 19. Struktur mikro sampel 5 as normalising-pemanasan I 650-pemanasan II 450 berupa perlit (P), bainit (B) dan martensit temper (MT), nampak pada Gambar. 20.

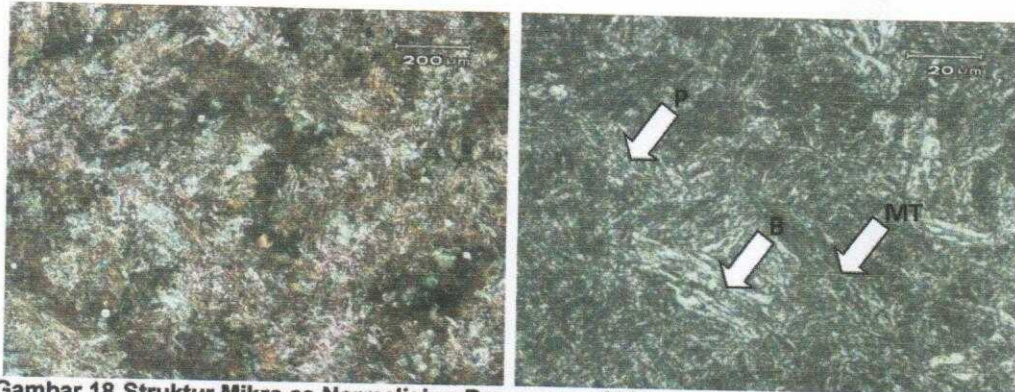


**Gambar 16. Struktur Mikro as-Cast**  
Sumber: penulis / hasil penelitian



**Gambar 17. Struktur Mikro As Normalising**

Sumber: penulis / hasil penelitian



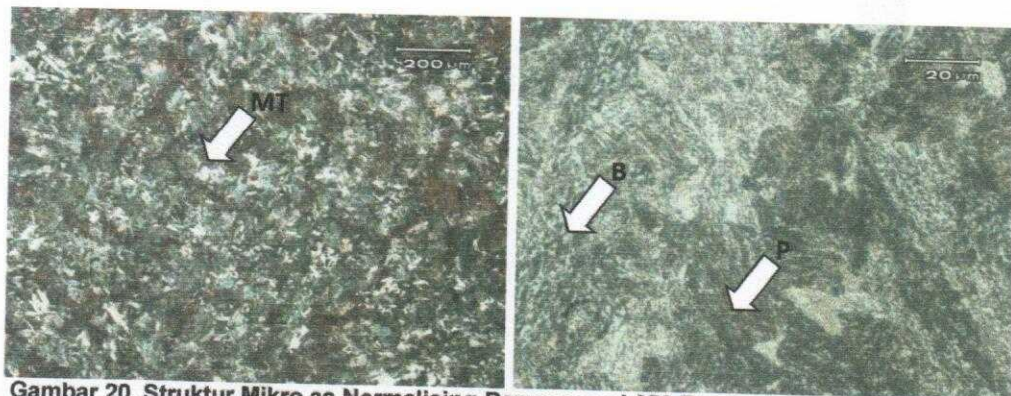
**Gambar 18. Struktur Mikro as Normalising-Pemanasan 650**

Sumber: penulis / hasil penelitian



**Gambar 19. Struktur Mikro as Normalising-Pemanasan I 650 - Pemanasan II 650**

Sumber: penulis / hasil penelitian



**Gambar 20. Struktur Mikro as Normalising-Pemanasan I 650-Pemanasan II 450**

Sumber: penulis / hasil penelitian

Struktur mikro sampel 6 as normalising-pemanasan I 650-pemanasan II 250 berupa perlit (P), bainit (B) dan martensit temper (MT) nampak pada Gambar. 21

Selain pemeriksaan struktur mikro juga dilakukan pengujian kekerasan pada sampel sebagai berikut:

Hasil pengujian kekerasan ditunjukkan pada Tabel. 3.

Grafik hasil uji kekerasan ditunjukkan pada Gambar 22. Nampak terjadi embrittlement pada pemanasan di temperatur 450 °C dan 250 °C.

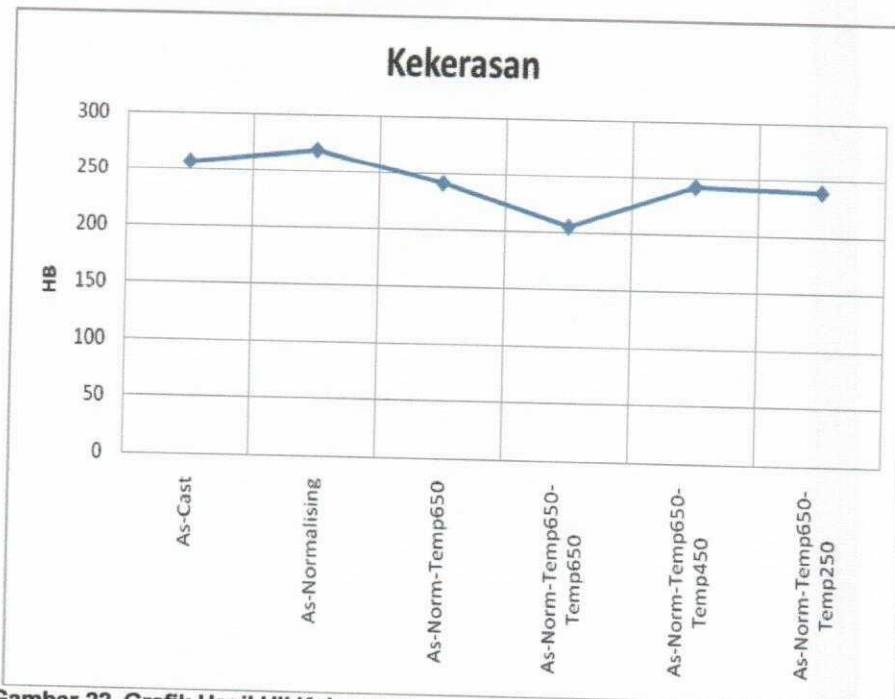


Gambar 21. Struktur Mikro as Normalising-Pemanasan I 650-Pemanasan II 250  
 Sumber: penulis / hasil penelitian

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan

No.	Sampel	HRC / HRB	Konversi HB
1	As-Cast	25,4 HRC	257 HB
2	As-Normalising	27,2 HRC	269 HB
3	As-Norm-Pemns <sup>*)</sup> 650	22,6 HRC	241 HB
4	As-Norm-Pemns I 650- Pemns II 650	94,3 HRB	205 HB
5	As-Norm- Pemns I 650- Pemns II 450	99,5 HRB	242 HB
6	As-Norm- Pemns I 650- Pemns II 250	99,2 HRB	239 HB

Sumber: penulis / hasil penelitian; <sup>\*)</sup>Pemns = Pemanasan kembali



Gambar 22. Grafik Hasil Uji Kekerasan  
 Sumber: penulis / hasil penelitian



Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada Tabel 4.

Grafik kuat tarik dan kuat yield ditunjukkan pada Gambar. 23. Nampak kekuatan meningkat setelah proses normalising. Kenaikan tersebut terjadi karena pada proses normalising menghasilkan struktur martensit yang memiliki sifat kekuatan sangat tinggi. Sementara kekuatan relatif sama untuk seluruh proses temper lanjutnya. Hasil temper berupa martensit temper efektif menurunkan kekuatan dan kekerasan material, namun diikuti dengan kenaikan elongasinya.

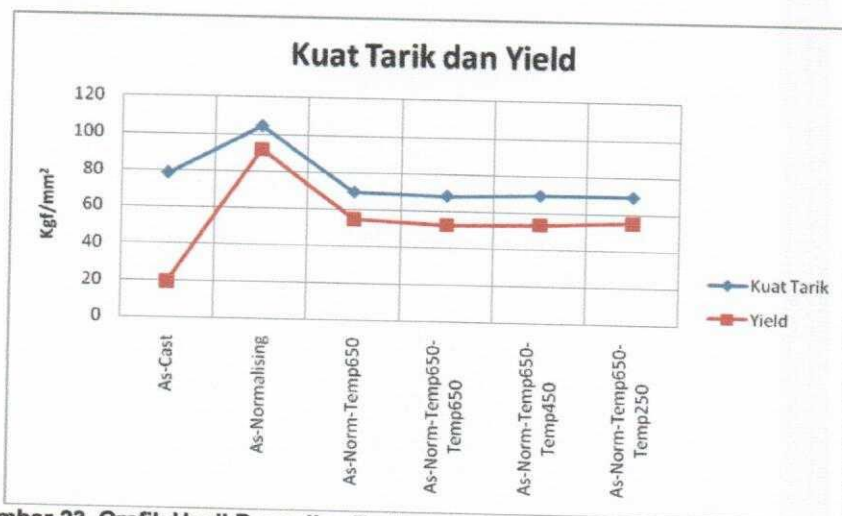
Grafik elongasi ditunjukkan pada Gambar. 23. Elongasi meningkat sampai pada batas maksimum pada proses Normalising - pemanasan I 650 dan pemanasan II 650. Hal ini terjadi karena proses pemanasan ulang

ganda menghasilkan struktur martensit temper yang memiliki sifat lebih ulet dibanding struktur sebelumnya yaitu martensit. Sifat getas martensit yang berasal dari tegangan dalam struktur martensit diurai oleh proses pemanasan kembali tersebut. Kemudian pada pemanasan kedua dengan temperatur 450 nampak elongasi yang terjadi menurun, hal ini dikarenakan pada temperatur pemanasan 450 dapat terjadi proses temper embrittlement, dimana terjadi pembentukan fasa karbida pada batas butir yang menurunkan keuletan. Pada Hal ini dapat disimpulkan bahwa kondisi pemanasan kedua sebesar 650 °C efektif meningkatkan elongasi material (Suratman, 1994) (KEY to METALS Articles, 2015). Kombinasi kekuatan dan elongasi yang tepat untuk Link Track dapat dicapai melalui proses ini.

**Tabel 4. Hasil Pengujian Tarik**

No.	Nama/Kode Sampel	Reduksi area (%)	Kuat Tarik (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Kuat Yield (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongasi (%)
1	As-Cast	2,03	78,62	19,36	4,00
2	As-Normalising	23,30	104,61	92,01	8,80
3	As-Norm-Temp650	54,44	69,64	54,74	16,40
4	As-Norm-Temp650-Temp650	48,88	68,29	52,46	20,00
5	As-Norm-Temp650-Temp450	46,71	69,42	53,42	13,40
6	As-Norm-Temp650-Temp250	48,16	69,37	55,20	14,80

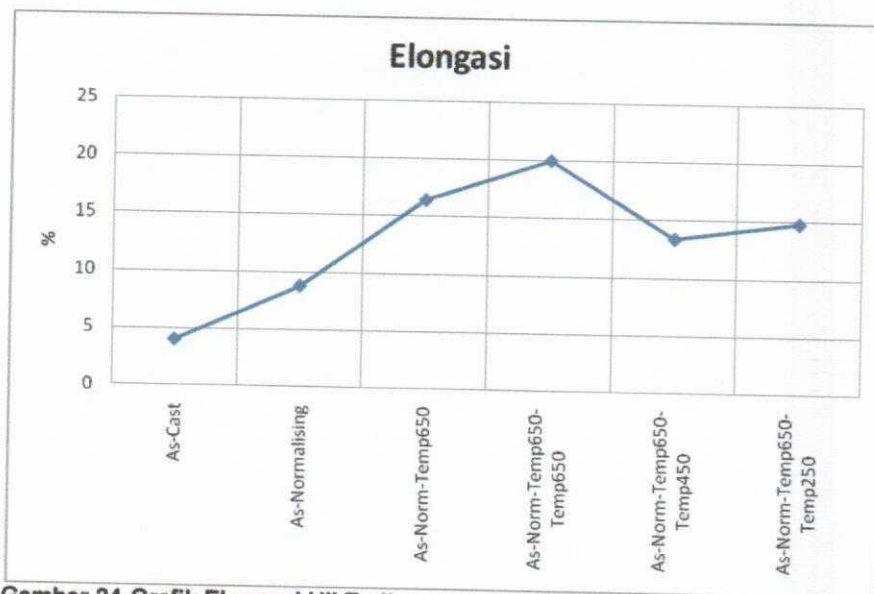
Sumber: penulis / hasil penelitian



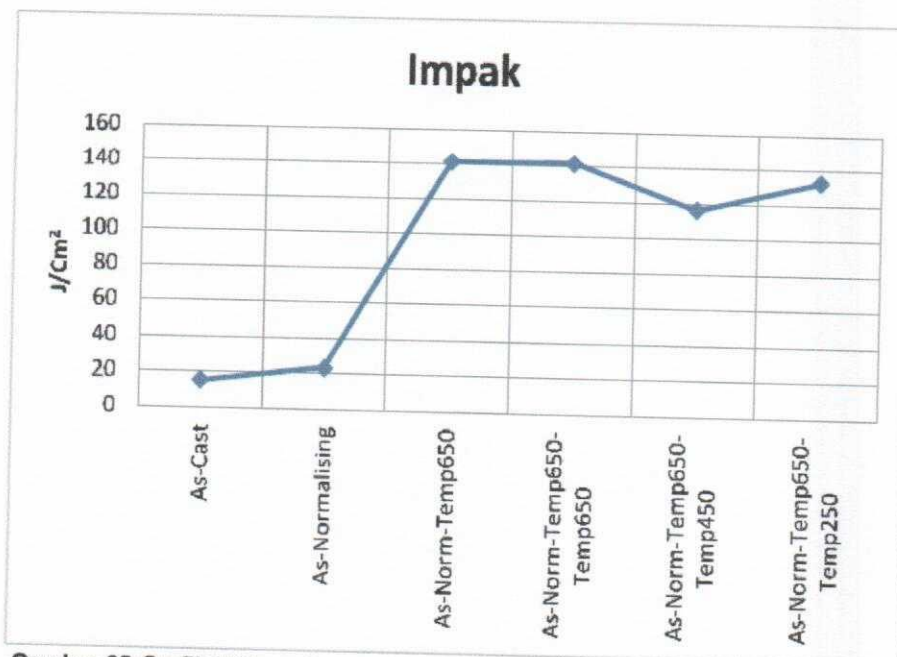
**Gambar 23. Grafik Hasil Pengujian Tarik**  
Sumber: penulis / hasil penelitian

Grafik hasil uji impak ditunjukkan pada Gambar 25. Nampak kondisi as-cast nilai impaknya sangat rendah, hal ini berkaitan juga dengan struktur mikro as-cast yang banyak mengandung martensit yang getas. Dengan adanya perlakuan panas normalising dan pemanasan kembali terjadi peningkatan

harga Impak. Kondisi maksimal harga Impak berada pada proses As Normalising diikuti oleh pemanasan kembali dua kali sebesar 650 °C yaitu sebesar 142 J/Cm<sup>2</sup>. Dengan demikian proses tersebut dapat menghasilkan ketangguhan yang terbaik dibanding proses lainnya yang dilaksanakan pada penelitian ini.



Gambar 24. Grafik Elongasi Uji Tarik  
Sumber: penulis / hasil penelitian



Gambar 25. Grafik Uji Impak  
Sumber : penulis / hasil penelitian

## KESIMPULAN

Material tepat yang digunakan untuk aplikasi Link Track adalah jenis baja berkekuatan tinggi (high tensile steel) jenis baja paduan Ni, Cr dan Mo. Standar material yang memenuhi syarat AISI 4340. Namun untuk mencapai sifat yang diinginkan perlu pengerjaan perlakuan panas. Berdasarkan hasil penelitian proses perlakuan panas yang paling baik dalam memperoleh kombinasi kekuatan tarik dan elongasi adalah proses normalising – pemanasan I 650 °C dan pemanasan II 650 °C. Hasilnya diperoleh kekuatan tarik sebesar 683 Mpa, kekuatan yield sebesar 525 Mpa dan elongasi sebesar 20%.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASM. (1990). *ASM Handbook Volume 1: Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys (06181)*, 10 Edition, ASM International.
- ASM. (1990). *ASM Handbook Volume 9: Metallography and Microstructure*. ASM International.
- JIS. (1995). *JIS G 5131:2008 High Manganese Steel Castings*, Japanese Industrial Standard/ Japanese Standards Association,
- KEY to METALS Articles. (2015). *Austenitic Manganese Steels* :: KEY to METALS Articles [ONLINE], Available at:<http://www.keytometals.com/Articles/Art69.htm>. [Accessed March 2012].
- WIKIPEDIA. (2015). *Bucket-wheel excavator* - Wikipedia, the free encyclopedia. [ONLINE] Available at:[http://en.wikipedia.org/wiki/Bucket-wheel\\_excavator](http://en.wikipedia.org/wiki/Bucket-wheel_excavator). [Accessed March 2015].
- D. M. STEFANESCU. (1988). *ASM Handbook: Volume 15: Casting*, 9 Edition, ASM International.
- FIRMANSYAH, D DAN ACHYARSYAH, M. (2010). *Pengembangan Produk Steel Casting Link Track pada Alat Berat Escavator Batu Bara Bukit Asam Sebagai Produk Substitusi Impor*, Laporan Akhir Penelitian Hibah Bersaing 2010, Polman Bandung
- GEORGE E. DIETER. (1976., *Mechanical Metallurgy*, Internat.2r.e. Edition, McGraw-Hill International Editions.
- KARL-ERIK THELNING. (1984). *Steel and Its Heat Treatment*, 2 Sub Edition. Butterworth-Heinemann.
- KEY to METALS Articles. (2015). *Temper Embrittlement*, KEY to METALS Articles [ONLINE] Available at:<http://www.keytometals.com/Articles/Art102.htm>. [Accessed September 2013]
- SOLIDWORK. (2010). *An Introduction to Stress Analysis Applications with SolidWorks Simulation*, Instructor Guide, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation.
- SURATMAN, ROCHIM. (1994). *Panduan Proses Perlakuan Panas*, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung.