

**ANALISIS KERUSAKAN DAN METODE PERBAIKAN PADA BEARING FINAL
DRIVE DOZER KOMATSU D31P
PT. DAYA KHARISMA**

**Muhamad Irfan Hilmi, Amin Sulistyanto
Proghram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

ABSTRAK

Kerusakan bantalan pada penggerak akhir merupakan penyebab utama penurunan kinerja dan keandalan dozer Komatsu D31P. Bantalan berfungsi untuk mempertahankan rotasi dan menahan beban, sehingga kerusakan secara langsung berdampak pada waktu henti dan peningkatan biaya perawatan. Studi ini dilakukan melalui inspeksi visual, pembongkaran penggerak akhir, dan pengamatan kondisi fisik bantalan. Kerusakan ditemukan berupa retakan sangkar, keausan jalur lintasan, dan deformasi rol yang dipicu oleh pelumasan yang tidak konsisten, kontaminasi partikel, beban kejut, dan kemungkinan ketidaksejajaran selama pemasangan. Pengoperasian di medan berat dengan beban yang berfluktuasi dan getaran tinggi juga mempercepat kelelahan material. Hasil penelitian ini menekankan pentingnya perawatan pencegahan seperti pelumasan rutin, penggantian seal, pemantauan suhu dan getaran, serta penggantian bantalan sebelum mencapai akhir masa pakainya untuk mengurangi kegagalan berulang dan meningkatkan produktivitas peralatan.

Kata kunci: bantalan, penggerak akhir, komatsu D31P, kegagalan mekanis, beban kejut, kelelahan material, perawatan pencegahan.

ABSTRACT

Bearing damage in the final drive is the main cause of decreased performance and reliability of the Komatsu D31P dozer. Bearings function to maintain rotation and withstand loads, so damage directly impacts downtime and increased maintenance costs. This study was conducted through visual inspection, final drive disassembly, and observation of the physical condition of the bearings. Damage was found in the form of cage cracks, raceway wear, and roller deformation triggered by inconsistent lubrication, particle contamination, shock loads, and possible misalignment during installation. Operation in heavy terrain with fluctuating loads and high vibrations also accelerates material fatigue. The results of the study emphasize the importance of preventive maintenance such as routine lubrication, seal replacement, temperature and vibration monitoring, and bearing replacement before reaching the end of its service life to reduce recurrent failures and increase equipment productivity.

Keywords: bearing, final drive, komatsu D31P, mechanical failure, shock load, material fatigue, preventive maintenance.

1. PENDAHULUAN

Dozer Komatsu D31P merupakan alat berat yang digunakan untuk mendorong, meratakan, dan memindahkan material di medan kerja konstruksi maupun tambang. Untuk menjalankan

fungsi tersebut, tenaga dari mesin (engine) disalurkan melalui sistem *powertrain*, yang terdiri dari transmisi, torque converter, propeller shaft, bevel gear, dan final drive, sebelum akhirnya menggerakkan track (rantai bawah) dozer.

Salah satu bagian paling krusial dari *powertrain* adalah *final drive*, yang berfungsi sebagai sistem reduksi terakhir. Final drive memperbesar torsi dan mengurangi kecepatan rotasi sebelum daya diteruskan ke sprocket dan track. Di dalam final drive terdapat *bearing*, yaitu komponen penopang poros yang bekerja terus-menerus menahan gaya radial dan aksial saat unit bekerja di bawah beban tinggi.

Namun, di lapangan, sering ditemukan kerusakan bearing yang terjadi lebih cepat dari umur pakai teoritisnya. Kerusakan ini menyebabkan *downtime unit*, biaya perbaikan tinggi, serta gangguan terhadap produktivitas kerja. Kondisi tersebut menunjukkan adanya faktor-faktor teknis yang perlu dianalisis lebih lanjut.

Penelitian ini secara spesifik bertujuan untuk menganalisis kerusakan bearing pada final drive Dozer Komatsu D31P, meliputi Identifikasi dan klasifikasi jenis kerusakan bearing berdasarkan kondisi fisik setelah pembongkaran, analisis penyebab kerusakan yang meliputi pelumasan, beban kerja, dan pemasangan bearing, perhitungan umur pakai bearing secara teoritis menggunakan standar ISO 281 dan membandingkannya dengan umur aktual di lapangan.

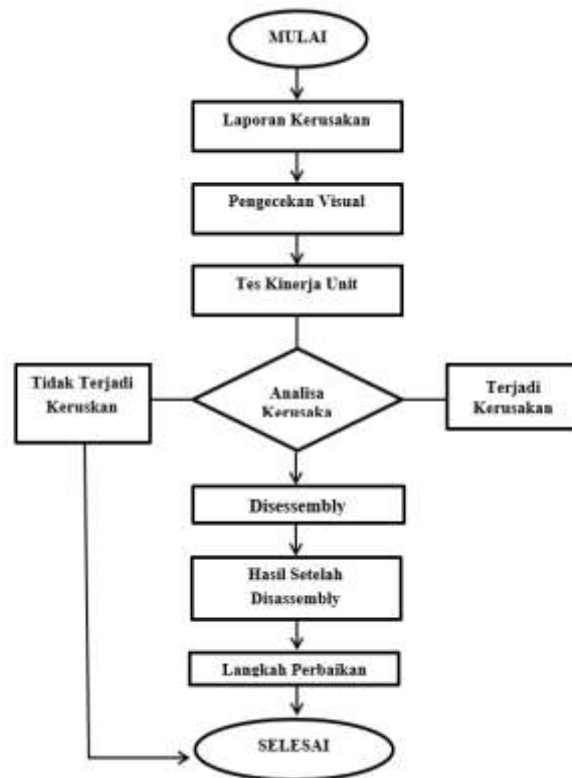
Dengan memahami sistem kerja *powertrain* secara menyeluruh dan menganalisis performa bearing secara teknis dan kuantitatif, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam melakukan perbaikan dan perawatan preventif pada final drive, khususnya bearing, guna mencegah kerusakan berulang di masa mendatang.

2. METODE

Pada saat kegiatan operasional, operator melaporkan adanya suara tidak normal yang berasal dari bagian undercarriage. Menindak lanjuti laporan tersebut, unit dihentikan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut serta menjaga keselamatan kerja. Menindak lanjuti laporan tersebut, tim teknisi bersama dengan penulis melakukan inspeksi menyeluruh terhadap komponen Undercarriage guna mengidentifikasi sumber suara abnormal dan memastikan kondisi fisik dari komponen terkait. Hasil dari inspeksi ini menjadi dasar untuk analisis kerusakan dan penentuan langkah perbaikan yang diperlukan.

Pemeriksaan dilakukan dengan cara menggerakkan beberapa bagian undercarriage untuk mendeteksi adanya bunyi atau getaran mencurigakan. Hasil inspeksi awal menunjukkan adanya indikasi kerusakan pada komponen final drive. Komponen ini diketahui memiliki peran penting dalam sistem transmisi tenaga pada alat berat, sehingga kerusakan

yang terjadi dapat mempengaruhi kinerja unit secara keseluruhan. Temuan ini selanjutnya dijadikan dasar dalam proses analisis kerusakan dan penentuan langkah perbaikan yang diperlukan agar unit dapat kembali beroperasi dengan aman dan optimal.



Gambar 1. Diagram alur prosedur pemeriksaan.

Gambar 1. menunjukkan alur pemeriksaan kerusakan final drive mulai dari laporan operator, inspeksi visual, identifikasi awal, hingga keputusan pembongkaran (*disassembly*) Pemeriksaan visual merupakan langkah awal dalam proses diagnosis kerusakan pada *bearing final drive*. Pemeriksaan visual ini dilakukan sesuai dengan prosedur standar inspeksi lapangan (*Field Inspection Checklist* Komatsu D31P), dengan fokus pada indikator seperti kebocoran oli, korosi, retakan fisik, dan suara abnormal. Tahapan ini dilakukan tanpa membongkar seluruh komponen, melainkan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi luar dari sistem *final drive*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Langkah Pembongkaran

3.1.1 Melepas Sproket

Melepas melepas sproket menggunakan kunci socket dengan ukuran 24 mm seperti yang ditunjuk pada gambar 3.3 berikut ini



Gambar 2. Melepas sprocket

3.1.2 Melepas Cover Hub

Melepas *cover hub* menggunakan kunci socket dengan ukuran 19 mm seperti yang ditunjuk pada gambar 3.4 berikut ini



Gambar 3. melepas cover hub

3.1.3 Melepas Housing Final Drive

Setelah melepas *cover hub* selanjutnya dengan membuka melepas housing *final drive* menggunakan kunci shocket ukuran 24 mm seperti yang ditunjuk pada gambar 3.5 berikut ini



Gambar 4. membuka housing final drive

3.1.4 Melepas shaft

Dilanjutkan dengan melepas *shaft* melepas *shaft final drive* menggunakan tangan dengan cara di angkat yang seperti yang ditunjuk pada gambar 3.6 berikut ini



Gambar 5. melepas shaft

3.1.5 Melepas bearing

Setelah melepas *shaft* langkah selanjutnya melepas bearing menggunakan tracker seperti yang ditunjuk pada gambar 3.7 berikut ini



Gambar 6. melepas bearing

3.2 Hasil setelah disassembly

Setelah dilakukan proses pembongkaran terhadap final drive, teknisi menemukan kerusakan signifikan pada komponen bearing, khususnya pada bagian dalam yang mengalami pecah dan keausan. Kondisi tersebut menyebabkan gangguan pada sistem transmisi tenaga, sehingga bearing dinyatakan tidak layak pakai dan harus diganti. Penggantian dilakukan untuk mengembalikan performa final drive sesuai dengan standar operasional dan mencegah terjadinya kerusakan lanjutan pada komponen lain.

3.3 Langkah perbaikan

Berdasarkan hasil pemeriksaan teknis terhadap komponen final drive, diketahui bahwa sumber utama kerusakan berasal dari bearing yang mengalami kegagalan fungsional akibat keretakan dan pecah pada bagian dalamnya. Kerusakan tersebut tidak memungkinkan untuk diperbaiki secara efektif, sehingga diputuskan untuk melakukan penggantian bearing dengan suku cadang baru yang sesuai dengan spesifikasi pabrikan.

Sebelum proses perakitan (*assembly*) dilaksanakan, seluruh komponen pengganti dan komponen lain yang terdampak disiapkan terlebih dahulu, termasuk pembersihan area pemasangan guna memastikan tidak ada kontaminan yang tersisa. Langkah ini dilakukan untuk menjamin proses perakitan berjalan optimal dan sistem final drive dapat kembali berfungsi sesuai standar kerja dan keselamatan operasional.

3.4 Proses *assembly* komponen *final drive*

Assembly merupakan tahapan perakitan kembali seluruh komponen yang sebelumnya telah dibongkar pada saat proses *disassembly*. Proses ini bertujuan untuk mengembalikan fungsi dan struktur komponen seperti kondisi semula. *Assembly* dilakukan dengan hati-hati dan mengikuti prosedur teknis yang telah ditentukan untuk memastikan bahwa semua bagian terpasang dengan benar dan unit dapat beroperasi secara optimal. Dengan selesainya proses *assembly*, maka perbaikan pada *final drive* dapat dianggap telah selesai dan unit siap untuk dilakukan pengujian atau uji fungsi.

3.5 Pemasangan *bearing*

Bearing baru dipasang pada dudukannya setelah terlebih dahulu dilumasi menggunakan grease yang sesuai standar pabrikan. Pelumasan ini bertujuan untuk mencegah keausan awal saat bearing mulai bekerja. Proses pemasangan dilakukan secara perlahan dan presisi agar tidak merusak raceway atau roller.



Gambar 7. pemasangan bearing

3.6 Pemasangan *Shaft*

Setelah bearing terpasang, poros utama (*shaft*) dipasang secara hati-hati ke dalam bearing. Proses ini harus dilakukan secara presisi untuk menghindari misalignment atau tekanan yang tidak merata pada bearing.



Gambar 8. Pemasangan Shaft

3.7 Pemasangan Housing, Hub, dan Nut

Housing final drive yang berukuran besar dan berbobot berat dipasang menggunakan alat bantu angkat seperti hoist atau excavator. Setelah diposisikan, housing dikunci menggunakan baut dan mur yang dikencangkan dengan kunci socket ukuran 24 mm secara menyilang agar tekanan terdistribusi merata.

Setelah housing terpasang, hub (rumah sprocket) dipasang, lalu dikunci menggunakan nut besar dengan socket 65 mm. Pengencangan dilakukan dengan torsi sesuai rekomendasi pabrikan. Pemasangan hub yang tidak presisi dapat menyebabkan ketidakseimbangan rotasi saat unit beroperasi.



Gambar 9. Pemasangan Housing Hub dan Nut

3.8 Pemasangan Cover Hub

Setelah hub terpasang dengan baik, dilakukan pemasangan cover hub dengan menggunakan socket 19 mm. Pengencangan dilakukan secara menyilang untuk menjaga keselarasan komponen untuk menghindari misalignment atau tekanan yang tidak merata pada bearing.



Gambar 10. pemasangan cover hub

3.9 Pemasangan sproket

Sproket merupakan komponen terakhir yang dipasang dan dihubungkan langsung dengan final drive shaft. Proses pemasangan dilakukan dengan kunci socket ukuran 24 mm. Pengencangan dilakukan secara bertahap untuk menjaga posisi seimbang dan mencegah ketidaksejajaran.

Setelah sproket terpasang, dilakukan pengecekan putaran akhir untuk memastikan tidak ada gesekan, suara abnormal, atau kelonggaran pada poros.



Gambar 11. pemasangan sproket

3.10 Deskripsi Bantalan Final Drive Komatsu D31P

Parameter dimensi dan kapasitas bantalan rol silindris yang digunakan sebagai dasar perhitungan ditentukan berdasarkan karakteristik geometris bantalan. Parameter-parameter tersebut selanjutnya dirangkum dalam bentuk spesifikasi teknis untuk memudahkan proses analisis perhitungan umur bantalan.

Tabel 1. Spesifikasi teknis bearing

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Diameter dalam (d)	40	Mm	Buku sularso
Diameter luar (D)	90	Mm	Buku sularso
Lebar (B)	23	M	Buku sularso
Beban dinamis dasar (C)	4600	N	Buku sularso
Beban statis dasar (C_0)	3000	N	Buku sularso
Faktor ek sponen (p)	10/3	-	Bantalan roll bearing (Sularso)
Power measured	2.350	Rpm	Spesifikasi dozer

3.11 Jenis dan Arah Beban pada Bantalan

Berdasarkan hasil observasi dan pengumpulan data teknis di lapangan, bearing final drive Komatsu D31P mengalami:

Beban radial dominan dari rotasi sprocket.

Beban *aksial* akibat dorongan arah maju-mundur alat berat.

Beban kejut (*shock load*) saat unit melewati medan berbatu atau tanah tidak rata.

Indikasi kerusakan fisik berupa deformasi dan fraktur pada bagian *cage* (penahan bola), seperti terlihat pada Gambar 12



Gambar 12. kondisi bearing

Gambar 12 memperlihatkan kondisi *bearing* yang telah mengalami keretakan parah pada *cage*, mengindikasikan kemungkinan adanya:

Overload akibat beban berlebih atau kejutan berulang

Pelumasan yang tidak optimal sehingga menimbulkan panas berlebih

Ketidaksesuaian pemasangan atau *misalignment*

Dalam klasifikasi Sularso (1991), kondisi tersebut termasuk ke dalam beban tidak tetap (variabel) dengan faktor keandalan menengah.

3.12 Teori Umur Bearing

Langkah pertama dalam menentukan faktor umur pakai bearing adalah memahami konsep umur nominal (f_h). Menurut Sularso dan Suga (1991), umur nominal didefinisikan sebagai jumlah putaran yang dapat dicapai oleh 90% populasi bearing yang identik sebelum terjadi kegagalan akibat kelelahan material pada kondisi operasi tertentu. Umur nominal ini merupakan dasar perhitungan umur bantalan, dengan asumsi bahwa bantalan dipasang dan dioperasikan secara benar serta bekerja pada kondisi beban dan pelumasan yang sesuai.

$$f_h = f_n \frac{C}{P}$$

Dengan:

f_h = Faktor Umur

f_n = Faktor Kecepatan

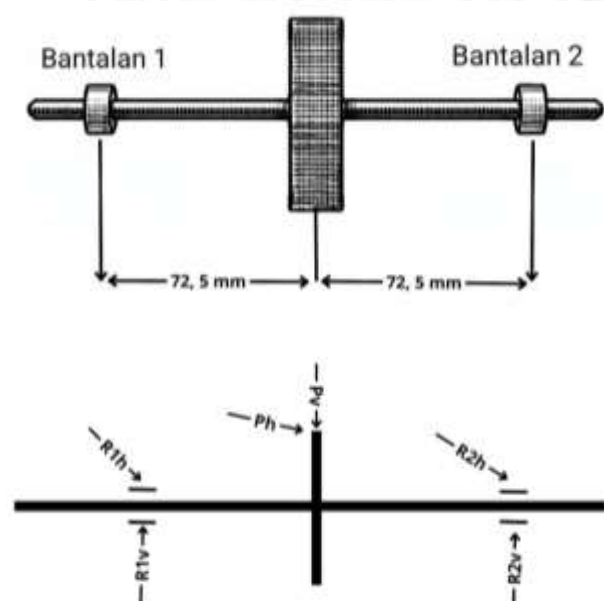
C = Kapasitas dinamis spesifik

P = Beban Ekuivalen dinamis

Konsep umur nominal tersebut selanjutnya digunakan sebagai landasan dalam penyusunan standar JIS B 1518 dan ISO 281, yang hingga saat ini banyak diterapkan sebagai acuan internasional dalam analisis dan perhitungan umur pakai bearing.

3.13 Analisis Gaya, Momen dan Umur Bearing

Jarak antara bantalan 1 dan bantalan 2 terhadap roda gigi sama yaitu 72,5 mm.



Gambar 13. Pinion roda gigi

Sebuah bulldozer berbobot 8 ton digerakan mesin berdaya 52,2 kw dengan putaran 2350 rpm. Bekerja pada poros roda gigi dan sprocket, pada poros final drive poros tersebut ditumpu oleh dua bantalan yaitu bantalan 1 dan bantalan 2

Momen puntir rencana poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n_1}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{52,2}{1400}$$

$$T = 36316,28 \text{ Kg.mm}$$

Gaya Gaya yang bekerja

Gaya Tangensial :

$$Ph = 2 \times m \times 10^3 \div db$$

$$U = 2 \times 36316,28 \times 10^3 \times 85$$

$$U = 854,50 \text{ kgf}$$

Gaya Radial :

$$Pv = U \times \tan \alpha$$

$$Pv = 854,50 \times 0,364$$

$$Pv = 311,03 \text{ kgf}$$

Gaya Gaya yang bekerja pada bantalan

$$\sum m = 0 \rightarrow Pv \cdot 72,5 = R1v \cdot 145 \quad \text{maka } R1v = 155,51 \text{ kgf}$$

$$Ph \cdot 72,5 = R1h \cdot 145 \quad \text{maka } R1h = 427,25 \text{ kgf}$$

Gaya tumpuan pada bantalan

$$F1 \sqrt{(R1v)^2 + (R1h)^2}$$

$$F1 \sqrt{(155,51)^2 + (427,25)^2}$$

$$F1 = 454,67 \text{ kgf}$$

Momen lentur maksimal pada poros

$$Mb = F1 \times 72,5$$

$$Mb = 454,67 \times 72,5$$

$$Mb = 32963,57 \text{ kgf}$$

Menentukan diameter poros

$$d_s = \left(\frac{5,1}{\tau_a} \right)^3 \sqrt{(K_m \cdot M_b)^2 + (K_t \cdot T)^2}^{1/3}$$

$$d_s = \left(\frac{5,1}{6} \right)^3 \sqrt{(2 \times 32963,57)^2 + (1,5 \times 36316,28)^2}^{1/3}$$

$$d_s = (56229,004)^{1/3}$$

$$d_s = 38,31 \text{ mm}$$

Dengan diameter poros sebesar 38,31 mm yang telah di tentukan, maka bantalan yang sesuai dapat di pilih dari katalog standar. Dari hasil pemilihan tersebut diperoleh bantalan dengan nilai kapasitas beban dinamis $C = 4600 \text{ kg}$. Nilai ini selanjutnya digunakan sebagai parameter utama dalam analisis umur pada bantalan.

Faktor kecepatan

$$F_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{\frac{3}{10}}$$

$$F_n = \left(\frac{33,3}{1400} \right)^{\frac{3}{10}}$$

$$F_n = 0,32$$

Faktor umur bantalan

$$F_h = F_n \frac{C}{P}$$

$$F_h = \frac{0,27 \times 4600}{454,67}$$

$$F_h = 3,2$$

Umur nomial

$$L_h = 500 F_h^3$$

$$L_h = 500 \times 3,2^3$$

$$L_h = 16384 \text{ h}$$

Konversi Umur nominal ke tahun kerja (12 jam per hari)

$$\text{tahun kerja} = 365 \times 12 = 4380 \text{ jam}$$

$$\frac{16384}{4380} = 3,74 \text{ tahun}$$

$$16384 \text{ jam} \approx 3,74 \text{ tahun}$$

Berdasarkan faktor kecepatan, faktor umur, dan perhitungan umur nominal, diperoleh umur bantalan sebesar 16384 jam. Apabila diasumsikan unit beroperasi selama 12 jam per hari, maka umur bantalan tersebut setara dengan sekitar 3,74 tahun operasi. Namun, dalam kondisi operasional sebenarnya umur bantalan dapat lebih rendah akibat beberapa faktor, seperti kontaminasi, beban kejut, serta sistem pelumasan yang kurang optimal.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis kerusakan dan umur bearing final drive pada unit Komatsu D31P, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

4.1.1 Jenis Kerusakan Bearing

Bearing final drive mengalami kerusakan berupa retak dan patahnya cage (penahan bola), aus pada raceway, dan bola bearing yang terekspos. Kondisi ini menunjukkan kegagalan akibat kelelahan material (*fatigue*) yang diperparah oleh lingkungan kerja yang berat.

4.1.2 Penyebab Kerusakan

Pelumasan tidak optimal, baik dari interval pengisian grease yang tidak konsisten maupun potensi kontaminasi. Beban kejut berulang (*shock load*) yang terjadi saat alat bekerja di medan berbatu dan tidak rata. Kesalahan pemasangan (*misalignment*) yang berpotensi menimbulkan tekanan tidak merata pada bola *bearing*.

4.1.3 Umur Pakai Bearing Teoritis vs Aktual

Umur nominal L_h) = 16384 jam, Umur aktual lapangan = 5.000 jam, Perbedaan yang signifikan antara umur teoritis dan umur aktual bearing disebabkan oleh pengaruh lingkungan kerja yang ekstrem, beban kejut berulang, serta kualitas perawatan yang kurang optimal, yang secara langsung mempercepat terjadinya kelelahan material dan menurunkan umur pakai bearing.

4.1.4 Metode Perbaikan dan Pencegahan

Kerusakan bearing dapat diatasi dengan penggantian bearing dan pelumasan ulang menggunakan grease sesuai rekomendasi pabrikan. Untuk pencegahan jangka panjang, disarankan penerapan perawatan preventif, Pelumasan rutin setiap 250 jam kerja. Pemeriksaan visual harian dan inspeksi berkala. Penerapan perawatan preventif berdasarkan jam kerja unit guna mencegah kegagalan saat operasi. Dengan kesimpulan ini, seluruh rumusan masalah pada penelitian telah terjawab.

4.2 Saran

Perawatan preventif harus dijadikan standar operasional untuk memperpanjang umur bearing final drive, termasuk pelumasan rutin dan pencatatan jam kerja. Monitoring kondisi bearing dapat diperkuat dengan pemeriksaan suhu dan getaran, sehingga potensi kerusakan dapat dideteksi lebih awal. Lingkungan kerja yang ekstrem perlu diminimalkan pengaruhnya melalui pembersihan rutin area final drive dan pemasangan seal tambahan. Evaluasi berkelanjutan terhadap kondisi bearing dan riwayat perawatan disarankan untuk

meningkatkan ketepatan penjadwalan perawatan dan mencegah terjadinya kerusakan berulang.

DAFTAR PUSTAKA

Part Book. *D31P*. Komatsu.

School. *Buku Panduan Final Drive & Undercarriage*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sularso, & Suga, K. (1998). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

