

BAB III

KONSTRUKSI DAN PENENTUAN KOMPONEN KRITIS PADA *SUB-ASSEMBLY* KOPLING (*CLUTCH*)

3.1 Kontruksi dan Prinsip Kerja Kopling

Bab ini membahas konstruksi *sub-assembly* kopling, prinsip kerja dan fungsi setiap komponen, spesifikasi teknis, jenis-jenis kerusakan yang bisa terjadi, perambatan kerusakan komponen bila tidak segera dilakukan perawatan dan/atau perbaikan, perhitungan/prediksi umur komponen utama serta penyusunan table kekritisian komponen. Pembahasan yang terakhir ini adalah yang paling *crusial* di sini karena digunakan sebagai dasar dalam memprediksi umur sistim dan menjadi landasan analisis perawatan berbasis kehandalan sistem (RCM).

Pembahasan jenis-jenis kerusakan pada komponen kopling dan perambatan kerusakan komponen bila tidak segera dilakukan perawatan dan/atau perbaikan disusun dalam bentuk diagram pohon (*tree diagram*). Kebanyakan informasinya diperoleh dari mekanik berpengalaman di bengkel resmi sepeda motor Honda. Komponen-komponen yang sering rusak di sini selanjutnya disebut sebagai komponen utama yang akan dilakukan perhitungan lebih lanjut dalam sub bab Perhitungan umur komponen utama.

Data-data operasi seperti frekuensi penekanan pedal kopling dan lama penekanan pedal kopling semuanya diasumsikan berdasar pemakaian normal (bukan untuk tugas berat) dengan kondisi lalu lintas yang padat dan jalanan berbukit. Sementara data-data spesifikasi teknis termasuk diantaranya dimensi komponen diperoleh dari bengkel resmi Honda. Di sini tidak semua komponen dihitung karena disamping karena jarang mengalami kerusakan, juga untuk beberapa hal membutuhkan teori dan analisis yang kompleks, yang berakibat pembahasan dan analisis penerapan RCM pada *sub-assembly* Kopling menjadi melebar dan tidak fokus.

Penyusunan table kekritisian komponen di sini tidak hanya memperhatikan umur komponen saja tetapi juga memperhatikan tingkat kesulitan dalam penggantian dan perawatan komponen serta harga komponen.

3.2 Sistem Kopling pada Supra X 125

Pengertian dari kopling gesek adalah sebagai elemen pemindah daya pada kendaraan bermotor, letaknya diantara *fly wheel* dan *gear box*. Jika pedal kopling dilepas maka kopling akan terkopel sehingga daya mesin dapat dipindahkan ke roda penggerak, namun kondisi sebaliknya terjadi jika pedal kopling ditekan penuh. Sebelum kopling berhasil terkopel dengan baik maka akan terjadi gesekan diantara kedua bidang geseknya sehingga hanya sebagian daya mesin dapat dipindahkan. Kejadian ini merupakan kondisi *transient* dari mekanisme kerja kopling yang tentu tidak dapat dihindari. Dalam keadaan jalan normal umumnya kondisi transient tersebut hanya terjadi beberapa saat. Ketika melewati jalan yang menanjak tajam, pengendara sering memanfaatkan kopling untuk mengatur agar mesin dapat menghasilkan daya yang sesuai dengan daya yang diperlukan kendaraan. Upaya ini dilakukan dengan cara mengoperasikan kopling dalam keadaan tidak terkopel penuh. Dengan demikian mesin tidak mati dan bahkan kendaraan tetap dapat bergerak atau tidak meluncur ke belakang.



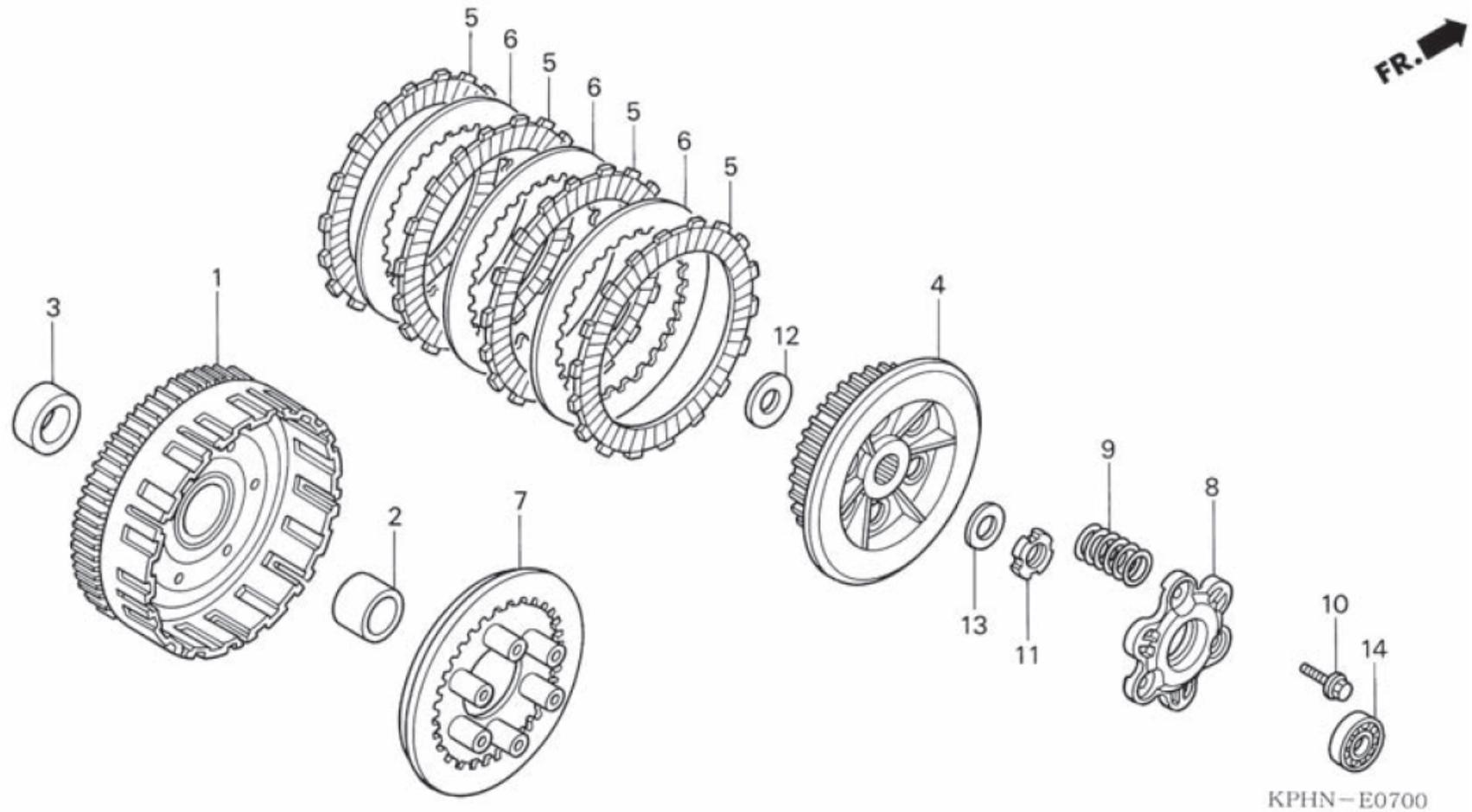
Gambar 3.1 Kopling [5]

Umumnya kopling yang digunakan pada sepeda motor adalah kopling tipe basah dengan plat ganda. Artinya kopling dan komponen kopling lainnya terendam dalam minyak pelumas dan terdiri atas beberapa cakram kopling. Tipe kopling yang digunakan pada kebanyakan sepeda motor menurut cara kerjanya ada dua jenis yaitu kopling manual dan kopling sentrifugal. Cara memindahkan putaran kedua jenis kopling ini sewaktu membebaskan (memutuskan) putaran poros engkol sangat berbeda.

Pada sepeda motor Supra X 125 yang menggunakan dua sistem kopling yaitu:

3.2.1 Kopling Manual

Cara kerja kopling manual adalah kopling yang bekerja secara manual yang dilakukan oleh pengendara itu sendiri. Mekanisme kerja kopling adalah putaran mesin dari poros engkol yang akan diteruskan oleh kopling menuju transmisi dan ke roda belakang terjadi pada saat cakram kopling dan pelat kopling merapat akan tetapi bila cakram dan pelat kopling merenggang maka putaran mesin dari poros engkol menuju ke transmisi akan terputus. Apabila mesin dihidupkan dan perseneling masuk, sedangkan handel kopling tidak diinjak maka kopling bekerja menghubungkan putaran mesin sampai ke poros primer persneling, putaran poros engkol diteruskan oleh roda gigi utama (primer) poros engkol ke roda gigi utama (primer) kopling, sehingga rumah kopling dengan cakraannya ikut berputar. Karena cakram kopling dijepit oleh pelat kopling yang mendapat tekanan dan pegas-pegasnya, maka putaran kanvas diteruskan ke pelat-pelat tersebut, selanjutnya putaran ini diteruskan ke poros primer persneling transmisi.



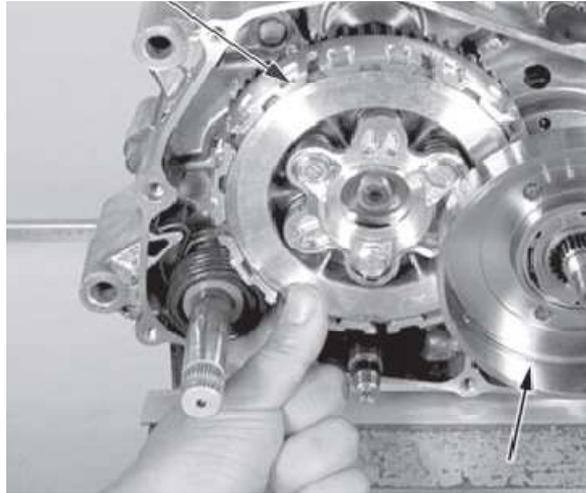
Gambar 3.2 Susuna kopling manual [5]

Keterangan komponen sistem kopling manual ditunjukkan pada tabel 3.1 yang berisi tentang posisi part, nama part, dan kode part.

Tabel 3.1 Tabel konstruksi sistem kopling [6]

No	Kode Part	Nama Part
1	22100-KPH-881	outer comp., clutch 1
2	22115-KPH-900	guide, clutch outer 1
3	22116-KPH-900	collar, clutch outer 1
4	22121-KPH-901	center, clutch 1
5	22201-KPH-901	disk, clutch friction 4
6	22321-KE8-001	plate, clutch 3
7	22350-KPH-900	plate, clutch pressure 1
8	22361-KTM-950	plate, clutch lifte 1
9	22401-KPH-900	spring, clutch 6
10	90050-KPH-900	bolt, special flange, 6x20 3
11	90231-KM7-702	nut, lock, 14mm 1
12	90403-KPH-901	washer, thrust, 17mm 1
13	90501-GBL-730	washer, 14mm 1
14	91008-KK6-000	bearing, radial ball,16003 1

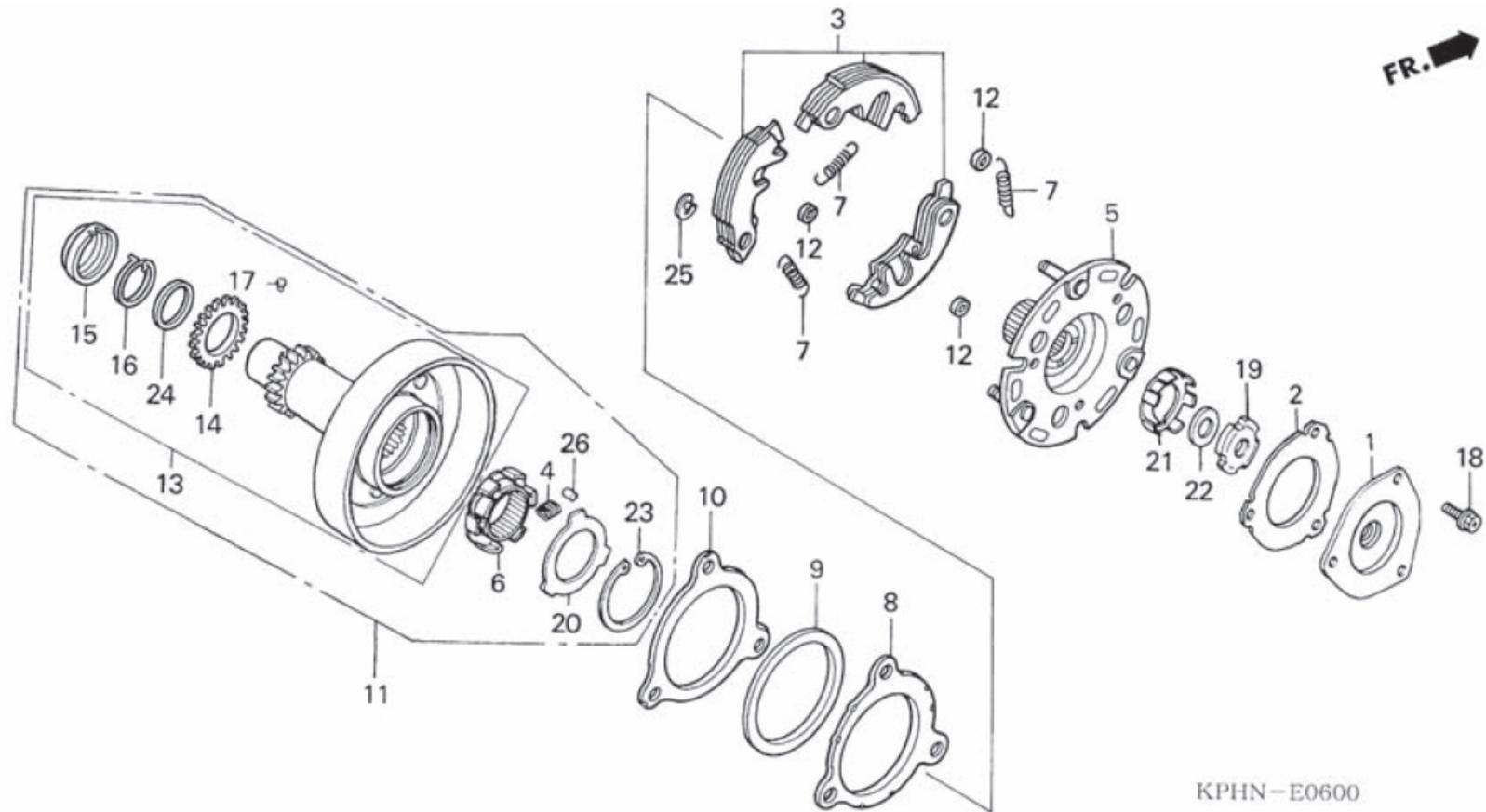
Kopling manual ini sendiri berfungsi untuk mentransmisikan daya dari poros penggerak (*driving shaft*) ke poros yang digerakkan (*driven shaft*) dengan kata lain sebagai pemutus sambung antara putaran mesin dan transmisi. Sistem kerja dari kopling manual adalah jika pedal pemindah gigi transmisi di tekan akan menekan bagian tengah transmisi dan merenggangkan antar pelat kopling dan cakram kopling. Dengan kata lain, kopling dapat meneruskan momen dengan perantara gesekan, dengan demikian pembebanan yang lebih dari poros penggerak pada waktu digerakkan dapat dihindari. Selain itu karena dapat terjadi slip, maka kopling ini dapat juga berfungsi sebagai pembatas.



Gambar 3.3 Kopling manual [5]

3.2.2 Kopling Sentrifugal

Kopling sentrifugal adalah kopling yang bekerja berdasarkan gaya sentrifugal, yang menghubungkan serta memutuskan tenaga mesin tergantung dari putaran mesin itu sendiri. Kopling sentrifugal di susunan kopling pada Supra X 125 sendiri berfungsi sebagai penerus pada kick stater. Susunan pemasangan komponen-komponen pada kopling otomatis akan menempatkan kanvas kopling yang merenggang akibat gaya sentrifugal. Pada saat mesin putaran lambat, kanvas kopling masih merenggang sehingga putaran mesin dari poros engkol belum terhubung menuju transmisi dan roda belakang. Pada saat putaran mesin bertambah gaya sentrifugal mulai bekerja pada pemberat kopling sehingga pemberat bergerak menekan pelat kopling, hal ini akan menghasilkan merapatnya kanvas dan rumah kopling sehingga putaran mesin dan poros engkol akan dihubungkan ke transmisi dan akan dilanjutkan ke roda belakang.



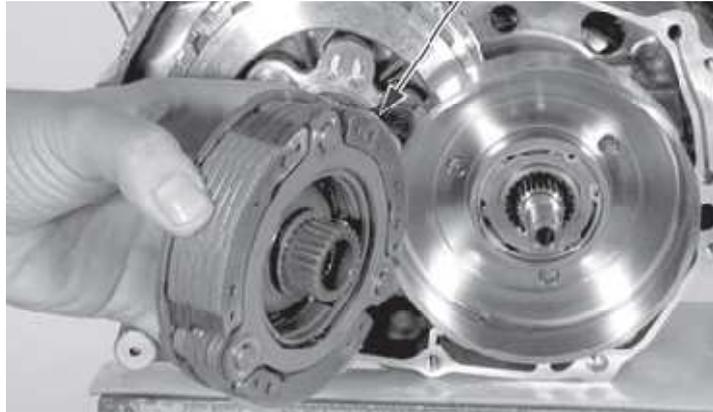
Gambar 3.4 Susunan kopling sentrifugal [5]

Keterangan komponen sistem Kopling Sentrifugal ditunjukkan pada tabel 3.2 yang berisi tentang posisi part, nama part, dan kode part.

Tabel 3.2 Tabel konstruksi sistem kopling sentrifugal [6]

No	Kode Part	Nama Part
1	15431-KPH-900	cover, oil filter 1
2	15439-KPH-900	gasket, oil filter 1
3	22535-KPH-306	weight set, primary clutch 1
4	22606-KPH-880	spring, one way retainer 6
5	22610-KPH-900	plate comp., primary drive 1
6	22630-GB2-000	inner comp., one-way clutch 1
7	22641-KPH-901	spring, primary clutch 3
8	22642-KPH-901	washer, clutch side 1
9	22643-KPH-900	spring, side friction 1
10	22644-KPH-901	plate, clutch side 1
11	22660-KPH-880	outer assy., primary clutch 1
12	22804-KPH-880	rubber, clutch damper 3
13	23120-KPH-880	gear comp., primary drive 1
14	23122-KPH-900	sub gear (20t) 1
15	23123-KPH-900	retainer, spring 1
16	23124-KPH-900	spring, sub gear 1
17	23125-KPH-900	pin, stopper 1
18	90083-KFL-850	bolt, special flange, 5x8 3
19	90231-087-010	nut, lock, 14mm 1
20	90401-GB2-000	washer, 30x45x0.8 1
21	90431-GN5-910	washer, lock
22	90432-086-000	washer b, lock
23	90455-GB2-000	circlip, internal, 45mm
24	90603-KPH-900	set ring, 25mm
25	90605-166-720	circlip, 7mm
26	91101-GB2-001	roller, 5x8

Kopling sentrifugal di sini berfungsi untuk pemutus dan penghubung putaran dari as *kick starter* ke kruk as dan memperhalus sistem perpindahan gigi. Sistem kerjanya adalah jika roda gigi starter pada mainshaft berputar bebas pada porosnya, tetapi saling berhubungan terhadap rumah kopling dimana gigi-gigi pada rumah kopling itu saling berhubungan dengan poros engkol. Dengan demikian apabila roda gigi starter pinion berputar, akan menggerakkan roda gigi starter pada mainshaft dan countershaft sehingga timbul tenaga untuk memutar rumah kopling sekaligus juga porosnya.

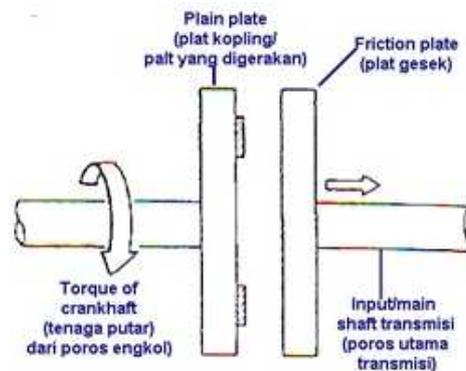


Gambar 3.5 Kopling sentrifugal [5]

3.3 Prinsip Dasar Kerja Kopling

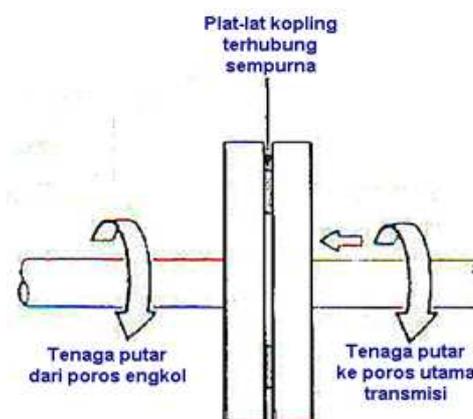
Pada dasarnya sistem pemindah daya pada sepeda motor Supra X 125 merupakan kopling basah (*wet clutch*). Kopling basah adalah unit kopling dengan bidang gesek (piringan atau *disc*) terendam oli. Aplikasi kopling basah umumnya pada jenis atau tipe plat banyak, dimana kenyamanan berkendara yang diutamakan dengan proses kerja kopling tahapannya panjang, sehingga banyak terjadi gesekan/slip pada bidang gesek kopling dan perlu pendinginan. Kopling basah mempunyai keunggulan dalam hal kemudahan perawatan dan biaya operasionalnya murah. Kopling basah sangat cocok dipasang pada mesin sepeda motor yang dipakai harian.

Dalam kasus sepeda motor Supra X 125 yang menggunakan sistem Kopling jenis Manual dan Kopling jenis Sentrifugal di mana kopling ini menggunakan gigi reduksi kopling yang berfungsi untuk mengurangi putaran mesin agar terjadi penambahan tenaga.



Gambar 3.6 Kopling dengan posisi bebas [24]

Kedudukan kopling ada yang terdapat pada crankshaft (poros engkol/kruk as) yang berkedudukan pada as primer (input/main shaft). Rumah kopling (*clutch housing*) ditempatkan pada poros utama (*main shaft*) yaitu poros yang menggerakkan semua roda gigi transmisi. Tetapi rumah kopling ini bebas terhadap poros utama, artinya bila rumah kopling berputar poros utama tidak ikut berputar. Alat pembebas kopling akan menekan batang tekan (*pushrod*) atau release rod yang ditempatkan di dalam poros utama. *Pushrod* akan mendorong piring penekan ke arah berlawanan dengan arah gaya pegas kopling. Akibatnya pelat gesek dan pelat tekan akan saling merenggang dan putaran rumah kopling tidak diteruskan pada poros utama, atau hanya memutar rumah kopling dan pelat geseknya saja.



Gambar 3.7 Kopling dengan posisi terhubung [24]

Putaran dari mesin diteruskan dengan sempurna ke transmisi karena antara cakram kopling dan pelat gesek pada kopling sudah saling berhubungan dengan sempurna [24].

3.4 Spesifik Teknis

Pada sub bab ini menjelaskan dari pesifikasi teknis pada kopling manual atau pun kopling otomatis mulai dari standard dan batas servis.

Tabel 3.3 Spesifik teknis kopling [5]

BAGIAN		STANDARD	BATAS SERVIS
Kopeling manual	Ketebalan cakram	2,5 – 2,7 (0,098 – 0,106)	2,2 (0,09)
	Perubahan melengkung pelat	—	0,20 (0,008)
	Panjang bebas pegas kopeling	27,4 (1,08)	26,8 (1,06)
	D.L. clutch outer guide	22,959 – 22,980 (0,9039 – 0,9047)	22,940 (0,9031)
	D.D. clutch outer	23,000 – 23,021 (0,9055 – 0,9063)	23,07 (0,908)
Kopeling sentrifugal	D.D. clutch drum	104,0 – 104,2 (4,09 – 4,10)	104,3 (4,11)
	Ketebalan kanvas clutch weight	1,5 (0,06)	1,0 (0,04)
	D.D. clutch drum satu arah	42,000 – 42,020 (1,6535 – 1,6543)	42,04 (1,655)
	D.L. clutch roller satu arah	4,990 – 5,000 (0,1965 – 0,1969)	4,97 (0,196)
	D.D. primary drive gear	21,030 – 21,058 (0,8280 – 0,8291)	21,11 (0,831)
	D.L. crankshaft pada primarydrive gear	20,967 – 20,980 (0,8255 – 0,8260)	20,92 (0,824)
Ketebalan kanvas clutch brake		3,35 (0,132)	2,5 (0,10)

3.5 Jenis-Jenis Kerusakan Yang Dapat Terjadi Pada *Sub-Assembly* Kopling

Setiap sistem pasti ada kelemahan begitu pula dengan sistem kopling. Ada beberapa permasalahan yang sering terjadi yang disebabkan oleh bermacam-macam faktor. Faktor utama penyebab kerusakan yang terjadi pada sistem kopling karena kurangnya perawatan rutin, padahal perawatan rutin sangat penting untuk menjaga kelangsungan sistem kopling agar selalu bekerja secara optimal. Selain kurangnya perawatan, faktor pemakaian tidak normal juga sangat berpengaruh pada umur komponen kopling. Pemakaian terlalu kasar atau posisi gigi tidak sesuai dengan kecepatan yang seharusnya akan membuat komponen-komponen kopling berumur pendek dan lebih fatal berakibat kecelakaan.

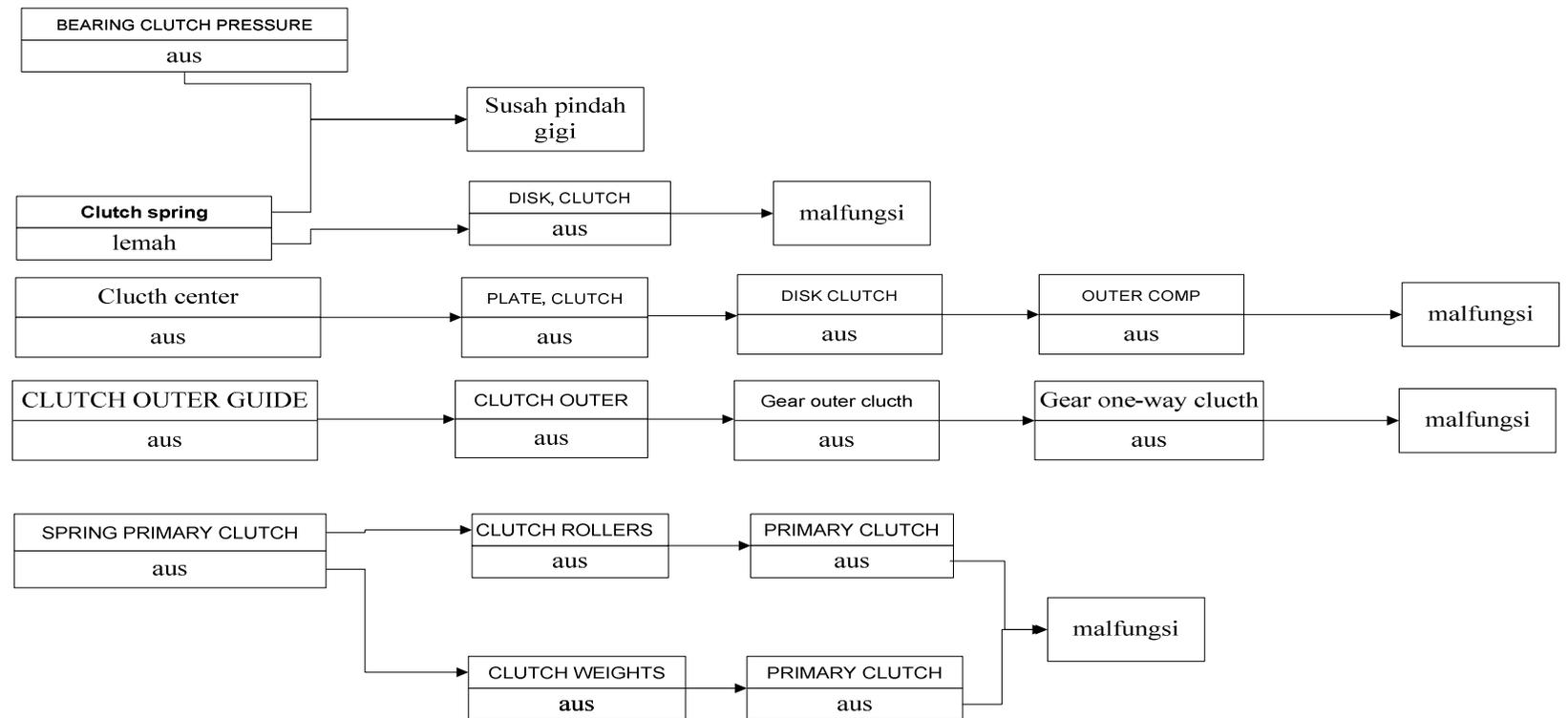
Tabel 3.4 Beberapa permasalahan pada sistem kopling

Jenis Permasalahan	Penyebab
Tenaga Mesin Berkurang	Setelan kopling longgar
	Cakram kopling aus
	Pegas kopling lemah
	Pelat kopling melengkung
	<i>Bush</i> poros utama rumah kopling sudah tidak berfungsi dengan baik
	Salah menggunakan oli (terlalu kental)
Suara Mendengung pada Mesin	Gigi reduksi pada rumah kopling mengalami keausan
	<i>Bush</i> pada poros utama mengalami keausan
Susah Memindahkan Gigi	Stelan kopling terlalu jauh
	Terjadi keausan pada bantalan pengangkat kopling
	Garpu pemindah gigi telah aus

Tabel di atas menggambarkan kerusakan atau gangguan yang terjadi pada sistem kopling. Permasalahan itu akan terjadi apabila kesadaran untuk melakukan perawatan secara teratur. Apabila kerusakan itu tidak segera ditangani dengan baik maka kerusakan itu akan merambat ke komponen-komponen yang lainnya. Akibatnya kinerja kendaraan akan sangat menurun dan lebih dari itu komponen yang lain juga ikut rusak sehingga membutuhkan pengeluaran uang yang lebih banyak untuk melakukan penggantian komponen yang rusak. Maka dari itu perlunya perawatan secara teratur untuk memperpanjang usia komponen dan mengetahui komponen-komponen yang harus diganti.

Pada gambar 3.8 merupakan bentuk diagram pohon mengenai perambatan komponen. Perambatan tersebut terjadi bila salah satu bagian rusak/atau bermasalah akan merambat ke komponen lain yang saling berhubungan. Sehingga bila tidak ditangani secara cepat akan merambat ke komponen lain dan hasil akhirnya adalah *sistem breakdown* atau rusak serta biaya perbaikan yang lebih mahal. Sebagai indikasi adanya permasalahan pada sistem kopling dapat dilihat pada tabel 3.4 yang menunjukkan masalah yang dapat dirasakan langsung oleh pengguna dan kemungkinan penyebabnya dan pada gambar di bawah yang merupakan perambatan kerusakan komponennya.

Diagram Perambatan Sub Assy Kopling



Gambar 3.8 Diagram perambatan komponen kopling

Keterangan:

- a. Kotak paling kiri menunjukkan bila komponen tersebut jika rusak maka perambatannya akan lebih banyak jika tidak dilakukannya perawatan.
- b. untuk “*malfungsi*” bisa dilihat pada tabel permasalahan sistem transmisi

3.6 Estimasi Komponen Kritis Pada *Sub-Assembly* Kopling

Pokok permasalahan yang ada dalam bab ini adalah proses menentukan (mengestimasi) kekritisan komponen pada *sub-assembly* yang di analisa yaitu *sub-assembly* kopling Honda Supra X 125. Dalam setiap unit sistem di dalamnya terdapat komponen-komponen penyusun dan beberapa diantaranya mempunyai peran penting bagi sistem. Sehingga perlu diketahui dari komponen-komponen tersebut komponen mana yang disebut komponen kritis. Untuk menentukan suatu komponen disebut kritis, perlu ditetapkan definisi dan kriteria kekritisan suatu komponen.

Komponen kritis adalah kondisi suatu komponen sepeda motor yang berpotensi mengalami kerusakan dan berpengaruh pada keandalan operasional unit sistem. Adapun suatu komponen dinyatakan kritis harus setidaknya memenuhi 4 kriteria berikut ini :

1. Frekuensi kerusakan tinggi.

Suatu komponen dikatakan mempunyai frekuensi kerusakan yang tinggi apabila menerima beban yang besar, bebannya dinamis dan frekuensi operasinya tinggi. Frekuensi kerusakan yang tinggi pada suatu komponen jika tidak segera dilakukan tindakan perbaikan dapat merambat kepada komponen utama yang bisa berpotensi menimbulkan unit tidak dapat beroperasi(breakdown).

2. Dampak kerusakan pada *Sub-Assembly*

Komponen yang memiliki peran utama pada suatu *sub-assembly* disebut komponen utama. Komponen tersebut merupakan bagian vital yang apabila rusak dapat menyebabkan system (*sub-assembly* kopling) tidak berfungsi

maksimal atau gagal melaksanakan fungsinya (*breakdown*). Oleh karena itu penentuan komponen utama disini itu didasarkan oleh :

- a. Fungsinya (peran komponen dalam system)
- b. Jika part itu rusak maka fungsi *sub-assembly* tersebut tidak berfungsi

3. Pembongkaran dan Pemasangannya sulit

Penggantian suatu komponen yang rusak pada suatu *sub-assembly* harus dilakukan pembongkaran, komponen diperbaiki atau diganti yang baru, lalu dilakukan pemasangan kembali. Tingkat kesulitan pembongkaran tergantung pada posisi *sub-assembly* yang akan dibongkar, begitu juga dengan proses pemasangan. Pada kriteria ini ada beberapa faktor yang harus diingat, antara lain:

- a. Posisi komponen.
- b. Alat yang digunakan (dan juga alat-alat khusus untuk melepas komponen).
- c. Waktu yang diperlukan.
- d. Mekanik yang berpengalaman.
- e. Biaya jasa.

Suatu *sub-assembly* dengan komponen yang lokasinya “jauh didalam” rangkaian mesin haruslah digunakan komponen yang “asli” dan berkualitas bagus karena bila komponen tersebut rusak, pembongkaran dan pemasangannya kembali membutuhkan waktu yang lama seperti pada *sub-assembly* kopling di mana hampir semua komponennya berada pada posisi yang dalam. Pada beberapa komponen, bahkan pembongkaran dan pemasangannya membutuhkan *tool* khusus dan teknisi yang berpengalaman serta biaya jasa yang cukup mahal. Oleh karena itu, penentuan suatu komponen kritis pada *sub-assembly* yang dibahas disini, didasarkan pada catalog komponen, buku perawatan sepeda motor, dan wawancara dengan teknisi yang berpengalaman.

Proses pembongkaran dan pemasangan komponen untuk sub-assy kopling dapat dilihat pada lampiran, di dalamnya terdapat gambar berserta langkah-langkah pembongkaran dan pemasangan dan juga alat yang digunakan berdasarkan standar perbaikan Honda.

4. Harganya mahal

Harga mahal yang dimaksud disini adalah harga yang ditentukan berdasarkan variasi harga pada *sub-assembly* yang dianalisa. Jadi suatu harga komponen disebut mahal apabila komponen tersebut diatas harga rata – rata seluruh komponen pada *sub-assembly* kopling. Daftar harga untuk masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel harga komponen Honda Supra X 125.

3.7 Penyusunan Tabel Kekritisian Komponen

Untuk mengestimasi komponen kritis pada *sub-assembly* kopling yaitu dengan melihat kriteria-kriteria di mana sebuah komponen dapat disebut komponen kritis. Dari sub bab 3.1 terdapat 4 kriteria yang harus dipenuhi bila sebuah komponen bisa disebut kritis, kriteria tersebut adalah

1. Frekuensi kerusakan
2. Merupakan komponen utama
3. Pembongkaran dan pemasangan sulit.
4. Harga yang mahal.

Kriteria-kriteria kritis akan menentukan komponen mana yang dapat dikategorikan komponen kritis. Kriteria-kriteria tersebut akan menjadi faktor penting dalam menyusun tabel kekritisian komponen, karena masing-masing komponen akan diberi nilai pada kriteria-kriteria tersebut. Komponen dengan nilai tertinggi yang disebut komponen kritis pada sub-assy kopling. Setiap kriteria diberi *weighing factor* (faktor bobot), tetapi bobot setiap kriteria berbeda karena disesuaikan dengan prioritas kriteria tersebut terhadap kekritisian komponen. Selanjutnya setiap komponen sub-assy kopling Honda Supra X 125 diberi penilaian kualitatif dan akan dikalikan dengan nilai bobot kriteria. Nilai total yang diperoleh dengan menjumlahkan semua nilai yang dikalikan pada masing-masing komponen. Setelah itu dapat diketahui nilai total setiap komponen dan dapat ditentukan komponen mana yang paling kritis.

3.7.1 Penentuan *Weighing Factor* Kriteria Kritis

Weighing factor atau nilai bobot sangat penting dalam menentukan kekritisitas komponen, *weigh factor* diberikan pada kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pengali dalam tabel kekritisitas komponen. Nilai *weighing faktor* pada masing-masing kriteria berbeda karena disesuaikan dengan faktor dominan dan prioritas yang menyebabkan komponen disebut komponen kritis. Di bawah ini merupakan urutan kriteria penentu kekritisitas komponen dan nilai bobotnya:

1. Frekuensi kerusakan tinggi (nilai bobot 4)

Kriteria ini merupakan faktor utama sebuah komponen disebut kritis, kerusakan komponen akibat pembebanan dan prasi frekuensi yang tinggi sehingga nilai bobotnya juga paling tinggi. Bila komponen sering rusak maka akan merambat ke komponen lain sehingga jika dilakukan penggantian membutuhkan biaya yang lebih dan membuat system tidak berfungsi baik.

2. Dampak Kerusakan pada *sub-assembly* besar (nilai bobot 3)

Pemberian bobot pada kriteria ini berdasarkan dampak yang terjadi bila sebuah komponen rusak. Bila sebuah komponen utama dalam system mengalami kerusakan maka dampaknya akan membuat system tidak berfungsi (breakdown). Karena tidak semua komponen merupakan komponen utama *sub-assembly* kopling sehingga dalam penilaiannya disesuaikan perannya dalam system *sub-assembly* kopling.

3. Pembongkaran dan pemasangan sulit (nilai bobot 2)

Untuk membongkar dan memasang komponen *sub-assembly* kopling membutuhkan waktu yang lama, posisi yang dalam dan mekanik yang berpengalaman. Dalam prosesnya harus melepas system lain seperti crankcase dan kopling sehingga dibutuhkan waktu yang lama dan mekanik berpengalaman.

4. Harga yang mahal (nilai bobot 1)

Harga merupakan kriteria yang subjektif karena setiap orang mempunyai pandangan berbeda tentang harga sebuah komponen *sub-assembly* kopling. Oleh karena itu nilai bobot harga menjadi rendah. Khusus untuk harga terdapat range untuk mempermudah dalam memperlilai kualitatif setiap komponen.

3.7.2 Penentuan *Quality Grade Descriptor* Komponen

Setiap komponen dalam penyusunan tabel kekritisian juga memerlukan penilaian. Penilaian komponen berbeda dengan bobot pada kriteria kritis karena penilaian komponen dilakukan secara kualitatif. Masing-masing komponen memiliki nilai berbeda pada kriteria-kriteria kritis, sehingga bobot kriteria merupakan pengali yang disesuaikan dengan prioritas kriteria kritis.

Dalam penilaian kualiatatif ada beberapa kategori penilaian dan setiap kategori tersebut mempunyai nilai. Skala nilai yang diberikan dari 0-4.

Kategori-Kategori penilaian kualitatif komponen

- | | | |
|----|-----------------------------|--------|
| 1. | Sangat memenuhi | skor 4 |
| 2. | Memenuhi | skor 3 |
| 3. | Kurang memenuhi | skor 2 |
| 4. | Tidak memenuhi | skor 1 |
| 5. | Sangat tidak memenuhi/Buruk | skor 0 |

Kategori-kategori tersebut dapat digunakan dalam penilaian pada setiap kriteria pada tabel komponen. Bila sebuah komponen dalam penilaian secara kualitatif sangat memenuhi untuk salah satu kriteria kritis maka komponen tersebut mempunyai nilai 4. Untuk komponen yang dalam penilaiannya memenuhi salah satu kriteria maka komponen tersebut memiliki nilai 3 dan seterusnya sampai semua komponen sangat tidak memenuhi/buruk salah satu kriteria maka nilainya adalah 0. Khusus untuk harga yang termasuk penilaian

kuantitatif maka penilaian grade berdasarkan pada range harga komponen, bila harga komponen di bawah Rp 10.000,- maka nilai gradenya 0 dan bertahap naik hingga komponen harga paling mahal dengan nilai grade 4.

Penyusunan tabel kekritisian berisi komponen-komponen *sub-assembly* kopling manual dan kopling sentrifugal. Tabel 3.1 merupakan tabel yang berisi komponen sub-assembly kopling manual dan tabel 3.2 merupakan tabel yang berisi komponen kopling sentrifugal. Untuk tabel 3.3 memperlihatkan rekapitulasi total nilai dikali bobot yang terdiri dari 20 komponen yang memiliki harga tertinggi memiliki harga.

Tabel 3.5 Komponen kritis *sub-assembly* kopling manual

No	Kode Part	Nama Part	Kriteria 1 bobot 4		Kriteria 2 bobot 3		Kriteria 3 bobot 2		Kriteria 4 bobot 1		Nilai Total Grade x bobot
			grade	Grade x bobot							
1	22100-KPH-881	outer comp., clutch	1	4	4	12	4	8	4	4	28
2	22115-KPH-900	guide, clutch outer	0	0	1	3	1	2	0	0	5
3	22116-KPH-900	collar, clutch outer	0	0	1	3	0	0	4	4	7
4	22121-KPH-901	center, clutch	1	4	4	12	2	4	3	3	23
5	22201-KPH-901	disk, clutch friction	4	16	4	12	3	6	4	4	38
6	22321-KE8-001	plate, clutch	3	12	4	12	3	6	0	0	30
7	22350-KPH-900	plate, clutch pressure	0	0	4	12	2	4	1	1	17
8	22361-KTM-950	plate, clutch lifte	2	8	2	6	0	0	1	1	15
9	22401-KPH-900	spring, clutch	3	12	4	12	1	2	1	1	27
10	90050-KPH-900	bolt, special flange, 6x20	0	0	1	3	0	0	0	0	3
11	90231-KM7-702	nut, lock, 14mm	1	4	2	6	3	6	1	1	17
12	90403-KPH-901	washer, thrust, 17mm	0	0	0	0	1	2	0	0	2
13	90501-GBL-730	washer, 14mm	0	0	0	0	1	2	2	2	4
14	91008-KK6-000	bearing, radial ball,16003	4	16	4	12	0	0	2	2	30

Keterangan: warna menunjukkan komponen dengan nilai kekritisannya tertinggi

Tabel 3.6 Komponen Kritis *sub-assembly* kopling setrifugal

No	Kode Part	Nama Part	Kriteria 1 bobot 4		Kriteria 2 bobot 3		Kriteria 3 bobot 2		Kriteria 4 bobot 1		Nilai Total Grade x bobot
			grade	Grade x bobot							
1	15431-KPH-900	cover, oil filter	0	0	2	6	0	0	2	2	8
2	15439-KPH-900	gasket, oil filter	0	0	1	3	0	0	0	0	3
3	22535-KPH-306	weight set, primary clutch	3	12	3	9	3	6	4	4	31
4	22606-KPH-880	spring, one way retainer	0	0	2	6	2	4	0	0	10
5	22610-KPH-900	plate comp., primary drive	1	4	4	12	2	4	4	4	24
6	22630-GB2-000	inner comp., one-way clutch	1	4	1	3	2	4	3	3	14
7	22641-KPH-901	spring, primary clutch	2	8	3	9	1	2	0	0	19
8	22642-KPH-901	washer, clutch side	0	0	1	3	2	4	0	0	7
9	22643-KPH-900	spring, side friction	1	4	1	3	0	0	2	2	9
10	22644-KPH-901	plate, clutch side	0	0	0	0	1	2	0	0	2
11	22660-KPH-880	outer assy., primary clutch	2	8	4	12	1	2	4	4	26
12	22804-KPH-880	rubber, clutch damper	4	16	2	6	0	0	0	0	22
13	23120-KPH-880	gear comp., primary drive	1	4	4	12	2	4	4	4	24
14	23122-KPH-900	sub gear (20t)	2	8	3	12	1	2	4	4	26
15	23123-KPH-900	retainer, spring	1	4	0	0	1	2	0	0	6
16	23124-KPH-900	spring, sub gear	3	12	1	3	2	4	1	1	20
17	23125-KPH-900	pin, stopper	0	0	3	12	1	2	0	0	14
18	90083-KFL-850	bolt, special flange, 5x8	0	0	1	3	0	0	0	0	3
19	90231-087-010	nut, lock, 14mm	1	4	3	9	0	0	1	1	14
20	90401-GB2-000	washer, 30x45x0.8	0	0	0	0	2	4	1	1	5
21	90431-GN5-910	washer, lock	3	12	0	0	0	0	0	0	12
22	90432-086-000	washer b, lock	0	0	2	6	0	0	2	2	8
23	90455-GB2-000	circlip, internal, 45mm	2	8	3	9	1	2	1	1	20
24	90603-KPH-900	set ring, 25mm	2	8	1	3	2	4	0	0	15
25	90605-166-720	circlip, 7mm	1	4	4	12	1	2	0	0	18
26	91101-GB2-001	roller, 5x8	3	12	2	6	2	4	0	0	22

Keterangan: warna menunjukkan komponen dengan nilai kekritisan tertinggi

Setelah komponen masing-masing memiliki nilai kekritisannya (nilai total hasil kali *grade* komponen dan bobot kriteria) maka selanjutnya diperoleh 20 komponen yang memiliki nilai total yang tertinggi yang menunjukkan bahwa 20 komponen tersebut merupakan komponen paling kritis dalam *sub-assembly* kopling.

Tabel 3.7 Tabel komponen paling kritis

No	Kode part	Nama	Nilai total	Posisi gambar
1	22201-KPH-901	disk, clutch friction	38	Gambar 3.2 no 5
2	22535-KPH-306	weight set, primary clutch	31	Gambar 3.3 no 3
3	22321-KE8-001	plate, clutch	30	Gambar 3.2 no 6
4	91008-KK6-000	bearing, radial ball,16003	30	Gambar 3.2 no 14
5	22100-KPH-881	outer comp., clutch	28	Gambar 3.2 no 1
6	22401-KPH-900	spring, clutch	27	Gambar 3.2 no 9
7	23122-KPH-900	sub gear (20t)	26	Gambar 3.3 no 14
8	22660-KPH-880	outer assy., primary clutch	26	Gambar 3.3 no 11
9	23120-KPH-880	gear comp., primary drive	24	Gambar 3.3 no 13
10	22610-KPH-900	plate comp., primary drive	24	Gambar 3.3 no 5
11	22121-KPH-901	center, clutch	23	Gambar 3.2 no 4
12	22804-KPH-880	rubber, clutch damper	22	Gambar 3.3 no 12
13	91101-GB2-001	roller, 5x8	22	Gambar 3.3 no 26
14	23124-KPH-900	spring, sub gear	20	Gambar 3.3 no 13
15	90455-GB2-000	circlip, internal, 45mm	20	Gambar 3.3 no 23
16	22641-KPH-901	spring, primary clutch	19	Gambar 3.3 no 7
17	90605-166-720	circlip, 7mm	18	Gambar 3.3 no 25
18	22350-KPH-900	plate, clutch pressure	17	Gambar 3.2 no 7
19	90231-KM7-702	nut, lock, 14mm	17	Gambar 3.2 no 11
20	22361-KTM-950	plate, clutch lifte	15	Gambar 3.2 no 8

Tabel 3.3 menunjukkan 20 komponen yang paling kritis pada *sub-assembly* kopling. Cakram kopling (*Clutch disk*) merupakan komponen dengan nilai kekritisian tertinggi karena faktor frekuensi kerusakan yang tinggi, Karena kampas mengalami beban gesek sehingga lebih mudah rusak dan bila dibiarkan maka akan merambat ke komponen lain dan juga tenaga dari putaran mesin ke gigi rasio berkurang. Untuk primary clutch juga termasuk dalam komponen kritis karena frekuensi kerusakan yang tinggi dan bila komponen ini rusak bisa menyebabkan komponen lain rusak karena sistem kerjanya sama dengan cakram kopling walaupun memiliki frekuensi pergantian yang sangat minim. Faktor lain seperti harga juga yang membuat part

tersebut mempunyai nilai tinggi dan sebagai komponen utama pemindah gigi daya ke system transmisi.

3.8 Estimasi Kekritisan Komponen Berdasarkan Tabel Komponen Kritis

Pada dasarnya komponen yang bergerak atau bergesekan pada setiap komponen motor dapat diketahui umur pakainya karena hampir semua komponen tersebut terbuat dari material logam yang pada akhirnya akan aus dikarenakan pengaruh gesekan, pembebanan ataupun kelelahan material. Begitu juga komponen yang terdapat pada sistem kopling dapat diperkirakan umurnya karena hampir semua komponen dari *sub-assembly* kopling mengalami gesekan.

Tujuan estimasi ini adalah sebagai penguat dari tabel kekritisan yang terbentuk bahwa komponen-komponen dalam tabel tersebut merupakan komponen-komponen yang vital bagi *sub-assembly* kopling. Meskipun dalam perhitungan tidak semua komponen bisa dihitung karena untuk beberapa hal membutuhkan teori dan analisis yang kompleks yang menguras energi. Berdasarkan pada mata kuliah Elemen Mesin, komponen-komponen seperti cakram kopling dapat diperkirakan umurnya dengan referensi buku seperti “dasar perancangan dan elemen mesin” yang membahas tentang umur kopling.

3.8.1 Perhitungan Cakram Kopling

- a. Penyebab kerusakan cakram kopling



Gambar 3.9 Cakram kopling pada sepeda motor [5]

Beberapa pengendara mengeluhkan bahwa ia harus seringkali mengganti pelat kopling yang cepat habis, padahal menurutnya jeda waktu penggantian pelat kopling belum lama. Tentu saja dengan seringnya mengganti pelat kopling berarti harus mengeluarkan uang yang lebih banyak. Salah satu penyebab paling umum cepat habisnya pelat kopling adalah tata cara mengemudi kendaraan yang kurang baik.

Seringkali kita tidak mengetahui penggunaan kopling yang salah sebenarnya terdapat beberapa hal yang menjadikan komponen kopling cenderung mudah mengalami kerusakan. Berikut ini hal-hal yang dapat memudahkan komponen kopling mengalami kerusakan, antara lain :

1. Meletakkan kaki pada pedal kopling selama kendaraan berjalan. Hal ini dapat mempercepat keausan pada bearing dan cakram kopling.
2. Menahan setengah kopling saat motor antri di tanjakan. Hal ini dapat mempercepat kerusakan sistem kopling. Sebaiknya gunakan rem tangan untuk menahan kendaraan ketika sedang antri di tanjakan.
3. Menginjak dan melepas kopling secara kasar . Bila dilakukan dengan cara yang kasar maka sentuhan cakram kopling terhadap pelat kopling akan terasa lebih keras, hal ini akan mempercepat keausan sistem kopling.

Tujuan estimasi ini adalah sebagai penguat dari tabel kekritisian yang terbentuk bahwa komponen-komponen dalam tabel tersebut merupakan komponen-komponen yang vital bagi *sub-assembly* kopling dan komponen tersebut memiliki umur pakai yang terbatas. Berikut ini data-data perhitungan umur dari *sub-assembly* kopling

- Daya yang Di transmisikan (p) = 3,57 KW
- Putaran poros motor (n_μ) = 4000 rpm
- Putaran poros kopling (n_1) = 1600 rpm
- Faktor korelasi (f_c) = 1 (sularso tabel 1.6)
- Efek roda terhadap poros kopling (GD^2) = 1 kg.m²
- Waktu penghubung rencana (t_e) = 0,3 s
- Faktor keamanan kopling (f) = 2,4 (sularso, tabel 3.3)
- Laju keausan permukaan (w) = 0,0000003 cm³/kg.m (sularso, tabel 3.4)
- Diameter luar (D_L) = 109 mm
- Diameter dalam (D_D) = 92 mm
- Momen gesek dinamis (T_{d0}) = 6,8 kg.m

Perhitungan umur kopling

- Daya rencana yang ditransmisikan (p_d)

$$P_d = f_c \times p = 1 \times 3,57 = 3,57 \text{ kw}$$

- Momen poros kopling (T_1)

$$T_1 = 974 \times \frac{p_d}{n_1}$$

$$= 974 \times \frac{3,57}{1600} = 0,87 \text{ kg.m}$$

- Putaran relatif (n_r)

$$n_r = n_1 - n_2 ; n_2 = 0 \text{ (beban awal dalam keadaan diam)}$$

$$n_r = n_1 = 1600 \text{ rpm}$$

- momen awal (T_a)

$$T_a = \frac{GD^2 \times n_1}{375 \times t_e} + T_2$$

$$= \frac{1 \times 1600}{375 \times 0,3} + 2,17$$

$$= 16,40 \text{ kg.m}$$

- Frekuensi kontak (N)

Dari hasil uji jalan di dapat dalam sehari sebanyak 140x (kali) frekuensi perpindahan gigi

$$N = 25 \times 140$$

$$N = 3500 \text{ hb/bulan}$$

- Kerja kontak (E)

$$\begin{aligned} E &= \frac{T_{do} \times n_r^2 \times GD^2}{7160 (T_{do} - T_2)} \\ &= \frac{6,8 \times (1600)^2}{7160 (6,8 - 2,17)} \\ &= 525,48 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

- Waktu kontak yang sesungguhnya (t_{ae})

$$\begin{aligned} t_{ae} &= \frac{GD^2 \times n_r}{375 (T_{do} \times T_2)} \\ &= \frac{1 \times 1600}{375 (6,8 \times 2,17)} \\ &= 0,92 \text{ s} \end{aligned}$$

- Luas permukaan kopling gesek

$$\begin{aligned} L_t &= \pi \frac{d_l^2}{4} - \pi \frac{d_d^2}{4} \\ &= \frac{\pi}{4} (d_l^2 - d_d^2) \\ &= \frac{\pi}{4} (109^2 - 92^2) \\ &= 2682,345 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

- Volume keausan yang di ijinakan (L^3)

$$\begin{aligned} L^3 &= L \times L_t \times 4 \\ &= 2,2 \times 2682,345 \times 4 \\ &= 23,6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- Umur dalam jumlah penghubungan (n_{ml})

$$\begin{aligned} n_{ml} &= \frac{L^3}{E \times W} \\ &= \frac{23,6}{525,48 \times 0,0000003} \\ &= 149703,55 \text{ hb} \end{aligned}$$

- Umur kopling (N_{md})

$$\begin{aligned} N_{md} &= n_{ml} / \text{waktu pemakaian} \\ &= 149703,55 / 42000 \\ &= 3,6 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, untuk umur pakai dari cakram kopling adalah selama 42 bulan (3,6 tahun) atau dalam perhitungan kilometer di dapat angka 40.000 km jika pemakaian rata – rata kurang dari 1000 km per bulan.