



SUPLEMEN



SISTEM REM DAN SUSPENSII

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan suplemen referensi yang berjudul "Panduan Sistem Rem dan Suspensi Sepeda Motor: Dinamika, Keamanan, dan Kenyamanan Berkendara".

Penulisan suplemen ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan tugas untuk mata kuliah Teknologi Motor Bensin. Topik mengenai sistem rem dan suspensi dipilih karena keduanya merupakan dua pilar fundamental yang menopang aspek keamanan (*safety*) dan kenyamanan (*comfort*) dalam berkendara.

Kedua sistem ini bekerja secara sinergis untuk mengontrol dinamika sepeda motor, baik saat berakselerasi, bermanuver di berbagai kondisi jalan, maupun saat melakukan pengereman. Pemahaman yang solid mengenai kedua sistem ini merupakan kompetensi dasar yang esensial bagi setiap mahasiswa di bidang teknik otomotif.

Dalam proses penyusunannya, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Andika Bagus Nur Rahma Putra, M.Pd. selaku dosen pengampu mata kuliah Teknologi Motor Bensin, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu yang sangat bermanfaat sehingga suplemen ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa suplemen ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi kedalaman materi maupun sistematika penulisan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun dari pembaca, khususnya dari dosen pengampu, akan penulis terima dengan tangan terbuka demi perbaikan di masa mendatang.

Semoga suplemen ini dapat bermanfaat, tidak hanya untuk memenuhi kewajiban akademis, tetapi juga untuk menambah wawasan dan khazanah keilmuan kita bersama dalam memahami teknologi sepeda motor secara lebih mendalam.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR 1

DAFTAR ISI	2
BAB 1 PENDAHULUAN SISTEM REM DAN SUSPENSI	7
1.1 Tujuan Pembelajaran Bab.....	7
1.2 Definisi Dan Fungsi	7
1.2.1 Sistem Rem (Braking System)	7
1.2.2 Sistem Suspensi (Suspension System)	8
1.3 Kedudukan dalam Sistem Sepeda Motor	8
1.4 Soal Formatif 1.....	Error! Bookmark not defined.
Daftar Rujukan.....	9
BAB 2 SEJARAH DAN PERKEMBANGAN SISTEM REM DAN SUSPENSI	10
2.1 Evolusi Teknologi Sistem Ini	10
2.1.1 Evolusi Sistem Rem	10
2.1.2 Evolusi Sistem Suspensi	10
2.2 Perbandingan Motor Lama vs. Modern	11
2.3 Tren Global	12
2.4 Soal Formatif 2.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Daftar Rujukan.....	13
BAB 3 JENIS & KLASIFIKASI SISTEM REM DAN SUSPENSI	14
3.1 Pengertian Sistem Rem	14
3.2. Jenis Dan Klasifikasi Sistem Rem	14
3.3 Berdasarkan Posisi dan Fungsi.....	14
3.4 Komponen Utama Sistem Rem.....	15
3.5 Sistem Suspensi	16
3.6 Soal Formatif 3.....	Error! Bookmark not defined.
3.7 Daftar Rujukan	18
BAB 4 TEORI DASAR & PRINSIP KERJA	19
4.1 Mekanisme Kerja Umum	19

4.1.1 Sistem Suspensi	19
4.1.2 Sistem Rem	20
4.2 Alur energi/fluida/kelistrikan dalam system	21
4.2.1 Sistem Rem	21
4.2.1.1 Alur Energi	21
4.2.1.2 Alur Fluida (Rem Hidrolik)	22
4.2.1.3 Kelistrikan Tambahan	22
4.2.2 Sistem Suspensi	22
4.2.2.1 Alur Energi dan Mekanis	22
4.2.2.2 Alur Fluida (Peredam Kejut Hidrolik).....	23
4.2.2.3 Kelistrikan (Pada Suspensi Elektronik)	23
4.3 Soal Formatif 4.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Daftar Rujukan.....	23
BAB 5 KOMPONEN UTAMA	24
5.1 Daftar komponen	24
5.1.1 Komponen Rem Sepeda Motor	24
5.1.2 Komponen Suspensi Sepeda Motor	26
5.2 Soal Formatif 5.....	Error! Bookmark not defined.
5.3 Daftar Rujukan.....	28
BAB 6 SUB KOMPONEN DAN MATERIAL	29
6.1 Sub Komponen	29
1. Pegas (Spring)	29
2. Peredam Kejut (Shock Absorber).....	29
3. Lengan Ayun (Control Arm / Wishbone)	30
4. Stabilizer Bar (Anti-Roll Bar)	30
5. Bushing dan Mounting	30

6. Strut dan Bearing Suspensi	30
Soal Formatif 6.....	Error! Bookmark not defined.
Daftar Rujukan.....	31
BAB 7 ANALISIS DAN MEKANISME KERJA.....	33
7.1 Analisis Sistem Suspensi	33
7.2 Mekanisme Kerja Sistem Suspensi	33
7.3 Analisis Fungsional.....	34
7.4 Soal Formatif 7.....	Error! Bookmark not defined.
7.5 Daftar Rujukan.....	36
BAB 8 STANDAR PABRIKAN DAN REGULASI	37
8.1 Pengertian Umum	37
8.2 Standar Internasional dan Nasional	38
8.3 Tujuan Penerapan Standar dan Regulasi.....	38
8.4 Soal formatif 8	Error! Bookmark not defined.
8.5 Daftar Rujukan.....	40
BAB 9 PERAWATAN SISTEM REM DAN SUSPensi	41
9.1 Perawatan Rutin	41
9.2 Jadwal Servis Pabrikan.....	42
9.3 Dampak Jika Diabaikan	42
9.4 Daftar Rujukan.....	44
BAB 10 KERUSAKAN DAN TROUBLESHOOTING	45
10.1 Gejala Umum Kerusakan	45
10.2 Penyebab Umum Kerusakan	45
10.3 Diagnosis Masalah dan Solusi Perbaikan.....	46
10.4 Soal Formatif 10.....	Error! Bookmark not defined.
10.5 Daftar Rujukan.....	47
BAB 11 STUDI KASUS INDUSTRI: SISTEM REM DAN SUSPensi.....	48

11.1 Pengalaman di Bengkel Resmi.....	48
11.2 Wawancara dengan Mekanik atau Teknisi.....	48
11.3 Analisis Kasus Kerusakan Nyata.....	49
11.4 Soal Formatif 11.....	Error! Bookmark not defined.
11.5 Daftar Pustaka	50
BAB 12 INOVASI DAN TEKNOLOGI TERKINI PADA SISTEM REM DAN SUSPENSI	51
12.1 Teknologi Terbaru dari Pabrikan	51
12.2 Integrasi dengan Sensor dan ECU Modern.....	52
12.3 Tren Global: Elektrifikasi dan Kendaraan Hybrid.....	52
12.4 Soal Formatif	Error! Bookmark not defined.
12.4 Daftar Rujukan.....	54
BAB 13 LATIHAN SOAL & DISKUSI.....	Error! Bookmark not defined.
13.1 Soal SUMATIF	Error! Bookmark not defined.
13.2 Soal esai analisis	Error! Bookmark not defined.
13.3 Diskusi kelompok (problem solving).....	Error! Bookmark not defined.
BAB 14 RANGKUMAN & EVALUASI KOMPETENSI	55
Ringkasan Poin Penting	55
Evaluasi capaian mahasiswa.....	Error! Bookmark not defined.
Refleksi pembelajaran	Error! Bookmark not defined.

BAB 1

PENDAHULUAN SISTEM REM DAN SUSPENSI

1.1 Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan bab ini, pembaca diharapkan mampu.

1. Menjelaskan definisi dan fungsi fundamental dari sistem rem pada sepeda motor.
2. Menjelaskan definisi dan fungsi fundamental dari sistem suspensi pada sepeda motor.
3. Memahami bagaimana sistem rem dan suspensi bekerja secara sinergis untuk menciptakan pengendalian kendaraan yang aman dan nyaman.
4. Mengidentifikasi kedudukan dan komponen utama sistem rem dan suspensi pada struktur sepeda motor.

1.2 Definisi Dan Fungsi

1.2.1 Sistem Rem (Braking System)

Definisi: Sistem rem adalah sebuah mekanisme rekayasa yang dirancang untuk memperlambat laju putaran roda, yang pada akhirnya memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Prinsip kerja utamanya adalah mengubah energi kinetik (energi gerak) menjadi energi panas melalui gaya gesek antara dua komponen.

Fungsi.

- a) Mengontrol Kecepatan: Memberikan kemampuan kepada pengendara untuk mengurangi kecepatan kendaraan secara terkontrol sesuai dengan kondisi lalu lintas dan lingkungan.
- b) Menghentikan Kendaraan: Menghentikan laju sepeda motor sepenuhnya pada titik yang diinginkan dengan aman dan dalam jarak sependek mungkin.
- c) Menjamin Keamanan: Merupakan fitur keselamatan aktif yang paling vital untuk menghindari tabrakan atau kecelakaan.

1.2.2 Sistem Suspensi (Suspension System)

Definisi: Sistem suspensi adalah rangkaian komponen (umumnya terdiri dari pegas dan peredam kejut) yang menghubungkan roda dengan rangka utama (*chassis*) sepeda motor. Sistem ini dirancang untuk mengisolasi rangka dan pengendara dari getaran dan guncangan yang disebabkan oleh permukaan jalan yang tidak rata. Fungsinya Adalah.

- a) Memberikan Kenyamanan (Comfort): Menyerap guncangan dari lubang, polisi tidur, atau permukaan jalan yang kasar, sehingga pengendara dan penumpang tidak merasakan getaran yang berlebihan.
- b) Menjaga Stabilitas dan Pengendalian (Control): Memastikan ban selalu memiliki kontak maksimal dengan permukaan jalan. Tanpa suspensi, ban akan cenderung memantul saat melewati gundukan, yang mengakibatkan hilangnya traksi (daya cengkram) untuk pengereman, akselerasi, dan menikung.

1.3 Kedudukan dalam Sistem Sepeda Motor

Sistem rem dan suspensi adalah bagian dari sistem sasis (*chassis*) dan terletak pada area roda (*unsprung mass*).

- 1) Sistem Rem: Komponennya terpasang langsung pada atau di dekat poros roda.
 - a) Rem Depan: Terpasang pada garpu suspensi depan. Komponen utamanya meliputi piringan cakram (*disc*) yang terikat pada roda, kaliper yang terikat pada garpu, kampas rem di dalam kaliper, dan master rem yang terpasang di setang kanan.
 - b) Rem Belakang: Terpasang pada lengan ayun (*swingarm*). Dapat berupa sistem cakram (mirip rem depan) atau sistem tromol (*drum brake*) yang terintegrasi dengan hub (tromol) roda. Tuas pengendalinya berada di pijakan kaki kanan (untuk motor bebek/sport) atau di setang kiri (untuk motor matik).
- 2) Sistem Suspensi: Berperan sebagai penghubung elastis antara roda dan rangka.
 - a) Suspensi Depan: Umumnya berbentuk garpu teleskopik (*telescopic fork*) atau garpu *Upside-Down (USD)*. Garpu ini memegang poros roda depan di bagian bawah dan terhubung ke rangka melalui segitiga kemudi (*triple clamp*) di bagian atas.

- b) Suspensi Belakang: Komponen utamanya adalah lengan ayun (*swingarm*) yang memegang poros roda belakang. Lengan ayun ini kemudian ditopang oleh satu peredam kejut (*monoshock*) atau sepasang peredam kejut (*dual-shock/twin-shock*) yang terhubung ke rangka utama.

Daftar Rujukan

Cossalter, Vittore. (2006). *Motorcycle Dynamics* (2nd ed.). Race Dynamics.

Robinson, John. (1995). *Motorcycle Tuning: Chassis*. Butterworth-Heinemann.

Buku Pedoman Reparasi (Service Manual) Honda Vario 150 eSP. PT Astra Honda Motor.

Buku Pedoman Reparasi (Service Manual) Yamaha YZF-R15. PT Yamaha Indonesia Motor Mfg.

BAB 2

SEJARAH DAN PERKEMBANGAN SISTEM REM DAN SUSPENSI

2.1 Evolusi Teknologi Sistem Ini

2.1.1 Evolusi Sistem Rem

Perkembangan sistem rem didorong oleh satu kebutuhan utama: mengimbangi peningkatan kecepatan dan performa mesin.

- a) Era Awal (Awal 1900-an): Sepeda motor pertama menggunakan sistem yang sangat primitif, seperti rem sendok (*spoon brake*) yang secara harfiah menekan langsung permukaan ban. Tak lama kemudian, muncul rem tromol eksternal (*external contracting drum brake*) yang menggunakan sabuk untuk menjepit tromol.
- b) Era Rem Tromol Internal (1920-an - 1970-an): Desain rem tromol internal (*internal expanding drum brake*) menjadi standar industri selama puluhan tahun. Sistem ini, yang dioperasikan secara mekanis melalui kabel atau tuas, menawarkan perlindungan komponen dari kotoran dan cuaca. Namun, kelemahan utamanya adalah rentan terhadap panas berlebih (*brake fade*) saat digunakan secara intensif.
- c) Revolusi Rem Cakram (Akhir 1960-an - sekarang): Meskipun sudah diuji coba sebelumnya, rem cakram hidrolik mulai dipopulerkan oleh motor-motor performa tinggi pada akhir tahun 60-an dan awal 70-an. Kemampuannya membuang panas jauh lebih baik membuatnya superior dalam hal konsistensi dan daya pengereman.
- d) Era Elektronik (1980-an - sekarang): Tonggak sejarah berikutnya adalah pengenalan ABS (*Anti-lock Braking System*) pada sepeda motor oleh BMW pada tahun 1988. Teknologi ini mencegah roda terkunci saat pengereman darurat, sebuah lompatan besar dalam keselamatan. ABS kemudian berevolusi menjadi lebih ringkas, lebih cepat, dan kini dilengkapi Cornering ABS yang dibantu oleh IMU (*Inertial Measurement Unit*) untuk pengereman yang aman bahkan saat motor sedang menikung.

2.1.2 Evolusi Sistem Suspensi

Perkembangan suspensi berfokus pada dua tujuan yang seringkali bertentangan: kenyamanan dan pengendalian (*handling*).

- a) Era Rangka Kaku (Awal 1900-an - 1940-an): Mayoritas motor awal adalah "hardtail" atau rangka kaku, tanpa suspensi belakang sama sekali. Kenyamanan hanya didapat dari sadel berpegas dan kelenturan ban.

Suspensi depan mulai muncul dengan desain seperti garpu springer (springer fork) dan garpu girder (girder fork).

- b) Lahirnya Suspensi Belakang (1930-an - 1950-an): Desain suspensi belakang pertama yang cukup populer adalah tipe plunger, di mana poros roda bergerak naik-turun secara vertikal dalam sebuah tabung. Sistem ini kemudian digantikan oleh lengan ayun (swingarm) dengan peredam kejut ganda (dual-shock), sebuah desain yang terbukti sangat efektif dan bertahan hingga kini.
- c) Dominasi Garpu Teleskopik (1950-an - sekarang): Garpu teleskopik hidrolik menjadi standar untuk suspensi depan karena kesederhanaan, efektivitas, dan biaya produksi yang efisien.
- d) Inovasi Modern (1980-an - sekarang): Era ini melahirkan banyak inovasi signifikan. Suspensi monoshock yang menggunakan satu peredam kejut di belakang, memberikan kerja yang lebih progresif dan sentralisasi massa. Garpu Upside-Down (USD) diperkenalkan dari dunia balap, menawarkan kekakuan (*rigidity*) yang lebih baik. Puncaknya adalah suspensi semi-aktif elektronik, yang menggunakan sensor dan aktuator untuk menyesuaikan karakter redaman secara otomatis dalam hitungan milidetik.

2.2 Perbandingan Motor Lama vs. Modern

Fitur	Sepeda Motor Lama (Era 1970-an - 1980-an)	Sepeda Motor Modern (Era 2020-an)
Sistem Rem	Dominan rem tromol di depan dan belakang. Rem cakram hanya pada motor besar, bersifat solid, dengan kaliper fixed 1 atau 2 piston.	Dominan rem cakram hidrolik. Kaliper tipe floating atau radial dengan 2-4 piston. Sering dilengkapi ABS/Cornering ABS dan CBS.
Material Rem	Kampas rem asbes. Piringan cakram dari besi tuang.	Kampas rem non-asbes (organik, sinter). Piringan cakram stainless steel, beberapa tipe floating untuk disipasi panas lebih baik.
Suspensi Depan	Garpu teleskopik konvensional dengan diameter kecil. Penyetelan sangat terbatas (jika ada).	Garpu teleskopik atau Upside-Down (USD) dengan diameter lebih besar. Penyetelan lengkap (preload, rebound, compression) pada motor kelas menengah ke atas.
Suspensi Belakang	Lengan ayun baja dengan peredam kejut ganda (dual-shock). Penyetelan biasanya hanya preload pegas.	Lengan ayun baja atau aluminium. Sistem dual-shock atau monoshock dengan link progresif. Penyetelan lengkap.

Teknologi Tambahan	Murni mekanis dan hidrolik.	Terintegrasi dengan elektronik (ABS, Cornering ABS, suspensi semi-aktif, kontrol traksi).
Performa & Rasa	Pengereman terasa kurang menggigit dan rawan terkunci. Suspensi lebih fokus pada kenyamanan (empuk) namun kurang stabil di kecepatan tinggi.	Pengereman sangat kuat, aman, dan dapat diprediksi. Suspensi mampu memberikan kombinasi terbaik antara kenyamanan dan kestabilan (handling).

2.3 Tren Global

1. Integrasi Elektronik Menyeluruh: Sistem rem dan suspensi tidak lagi berdiri sendiri. Keduanya terhubung ke IMU (Inertial Measurement Unit) yang membaca kemiringan, akselerasi, dan deselerasi motor. Data ini digunakan untuk mengoptimalkan fungsi Cornering ABS, kontrol traksi, lift control, dan bahkan mengatur redaman suspensi semi-aktif.
2. Bobot Ringan (Unsprung Weight Reduction): Produsen berlomba-lomba mengurangi bobot komponen yang tidak ditopang suspensi (roda, ban, rem). Penggunaan kaliper rem monoblok dari aluminium, velg forged, dan lengan ayun aluminium ringan bertujuan agar suspensi dapat merespons kontur jalan dengan lebih cepat.
3. Sistem "Brake-by-Wire": Mirip dengan "throttle-by-wire", sistem ini menghilangkan koneksi hidrolik langsung antara tuas rem dan kaliper. Input dari pengemudi diolah oleh komputer untuk memberikan tekanan pengereman yang paling optimal, membuka jalan untuk sistem pengereman regeneratif yang lebih efisien pada motor listrik.
4. Suspensi Semi-Aktif Menjadi Terjangkau: Jika dulu hanya ada di motor super mahal, teknologi suspensi yang dapat beradaptasi secara elektronik kini mulai turun ke segmen motor adventure dan sport-touring kelas menengah.
5. Pengereman Regeneratif: Menjadi tren utama pada sepeda motor listrik. Saat pengereman, motor listrik berfungsi sebagai generator untuk mengubah energi kinetik kembali menjadi energi listrik untuk mengisi daya baterai, sekaligus membantu memperlambat laju motor.

2.5 Daftar Rujukan

The Motorcycle: Design, Art, Desire. (2020). Phaidon Press.

Ford, Dexter. (2014). "The 50-Year War Over Motorcycle Brakes". *The New York Times*.

Situs web resmi produsen teknologi: Brembo (rem), Öhlins (suspensi), Showa (suspensi), Bosch (ABS dan sensor).

Majalah dan portal otomotif internasional seperti *Cycle World*, *MCN* (*Motorcycle News*), dan *RideApart* untuk artikel perkembangan teknologi terkini.

BAB 3

JENIS & KLASIFIKASI SISTEM REM DAN SUSPENSI

3.1 Pengertian Sistem Rem

Sistem rem adalah rangkaian komponen pada kendaraan yang berfungsi untuk memperlambat, menghentikan, atau menahan laju kendaraan dengan cara mengubah energi kinetik menjadi energi panas melalui gesekan.

3.2. Jenis Dan Klasifikasi Sistem Rem

1. **Rem Mekanis (Mechanical Brake)**
Menggunakan kabel atau batang untuk meneruskan gaya dari pedal rem ke kampas rem.
Contoh: rem tangan pada sepeda motor.
Kelebihan: konstruksi sederhana, mudah perawatan.
Kekurangan: tenaga pengereman terbatas.
2. **Rem Hidrolik (Hydraulic Brake)**
Menggunakan tekanan fluida (minyak rem) untuk menyalurkan gaya dari pedal ke roda.
Contoh: mobil penumpang umumnya memakai sistem ini.
Kelebihan: daya pengereman kuat dan merata.
Kekurangan: risiko kebocoran minyak rem.
3. **Rem Pneumatik (Air Brake)**
Menggunakan tekanan udara untuk menggerakkan mekanisme rem.
Contoh: kendaraan berat seperti truk dan bus.
Kelebihan: daya besar dan aman.
Kekurangan: sistem kompleks, butuh kompresor udara.
4. **Rem Elektrik / Elektromagnetik (Electric Brake)**
Menggunakan motor listrik atau elektromagnet untuk menghasilkan gaya pengereman.
Contoh: kendaraan listrik dan kereta api.
Kelebihan: respons cepat, efisiensi tinggi.
Kekurangan: biaya tinggi, bergantung pada sistem listrik.

3.3 Berdasarkan Posisi dan Fungsi

1. **Rem Kaki (Service Brake)** – digunakan untuk memperlambat atau menghentikan kendaraan saat berjalan.

2. **Rem Tangan (Parking Brake)** – digunakan untuk menahan kendaraan agar tidak bergerak saat parkir.
3. **Rem Tambahan (Engine Brake / Retarder)** – digunakan pada kendaraan berat untuk membantu pengereman tanpa menggunakan kampas rem utama.

➤ **Berdasarkan Mekanisme Gesekan**

1. **Rem Cakram (Disc Brake)**
Menggunakan piringan (disc) dan kaliper dengan kampas rem.
Kelebihan: pendinginan cepat, respon cepat.
Kekurangan: lebih mahal dari rem tromol.
2. **Rem Tromol (Drum Brake)**
Menggunakan silinder roda dan sepatu rem di dalam tromol.
Kelebihan: biaya murah, tahan debu.
Kekurangan: pendinginan kurang baik, respon lambat.

3.4 Komponen Utama Sistem Rem

- Pedal rem
- Master silinder
- Selang rem
- Kaliper / silinder roda
- Kampas rem
- Cakram / tromol
- Minyak rem



3.5 Sistem Suspensi

Sistem suspensi merupakan bagian penting pada kendaraan yang berfungsi untuk menyerap kejutan atau getaran akibat ketidakrataan permukaan jalan. Sistem ini menjaga agar roda kendaraan tetap menapak dengan baik di permukaan jalan, sehingga kenyamanan dan kestabilan berkendara tetap terjaga. Tanpa sistem suspensi, setiap guncangan dari jalan akan langsung diteruskan ke rangka dan penumpang, yang dapat menurunkan kenyamanan serta mengganggu kendali kendaraan.

Secara umum, sistem suspensi bekerja dengan cara meredam energi kinetik dari guncangan menjadi energi panas yang dilepaskan ke udara. Mekanisme ini dilakukan oleh dua komponen utama, yaitu pegas (spring) dan peredam kejut (shock absorber). Pegas berfungsi untuk menahan dan mengembalikan posisi kendaraan setelah menerima beban, sedangkan shock absorber berfungsi untuk mengontrol gerakan pegas agar kendaraan tidak memantul secara berlebihan.

Berdasarkan keterhubungan antar roda, suspensi dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu suspensi independen dan suspensi non-independen.

- Pada **suspensi independen**, setiap roda dapat bergerak naik-turun secara bebas tanpa memengaruhi roda lainnya. Jenis ini banyak digunakan pada mobil penumpang karena memberikan kenyamanan dan kestabilan yang lebih baik, contohnya *MacPherson strut* dan *double wishbone*.
- Sementara itu, **suspensi non-independen** atau *rigid axle* memiliki hubungan antar roda yang kaku pada satu poros. Jenis ini banyak dipakai pada kendaraan berat karena lebih kuat menahan beban, meskipun kenyamanan sedikit berkurang.

Jika ditinjau dari jenis pegasnya, sistem suspensi dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

1. **Pegas daun (leaf spring)** — terbuat dari beberapa lapisan baja lentur, umum digunakan pada truk dan kendaraan niaga.
2. **Pegas spiral (coil spring)** — berbentuk ulir logam, banyak digunakan pada mobil penumpang karena elastis dan mudah dikontrol.
3. **Pegas torsi (torsion bar)** — bekerja berdasarkan puntiran batang baja yang menghasilkan gaya balik.

4. **Pegas udara (air suspension)** — menggunakan udara bertekanan di dalam kantong karet, memberikan kenyamanan tinggi dan dapat menyesuaikan ketinggian kendaraan.
5. **Pegas hidropneumatik** — kombinasi antara fluida dan gas nitrogen, biasanya ditemukan pada kendaraan kelas atas karena performanya sangat halus.

Selain itu, berdasarkan cara pengendaliannya, sistem suspensi juga diklasifikasikan menjadi suspensi konvensional, semi-aktif, dan aktif.

- **Suspensi konvensional** bekerja secara mekanis tanpa kendali elektronik.
- **Suspensi semi-aktif** dilengkapi sensor untuk menyesuaikan tingkat redaman berdasarkan kondisi jalan.
- **Suspensi aktif** menggunakan sistem komputer untuk mengatur ketinggian dan kekakuan suspensi secara otomatis, sehingga mampu menyesuaikan dengan gaya berkendara dan kondisi jalan secara real-time.

Komponen utama dalam sistem suspensi meliputi pegas, shock absorber, lengan ayun (arm), stabilizer bar, serta bushing dan mounting yang berfungsi menghubungkan bagian-bagian tersebut dengan rangka kendaraan. Kerja sama seluruh komponen ini menjamin agar roda tetap stabil menapak di jalan dan kenyamanan penumpang tetap terjaga.

Secara keseluruhan, sistem suspensi memegang peranan vital dalam menentukan kualitas berkendara. Sistem ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan kestabilan, tetapi juga berkontribusi pada keselamatan, karena mampu menjaga traksi ban terhadap permukaan jalan dalam

3.7 Daftar Rujukan

- Daryanto. (2016). *Teknologi Dasar Otomotif*. Bandung: Alfabeta.
- Raharjo, Joko. (2018). *Sistem Rem dan Suspensi Otomotif*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sutrisno, Bambang. (2017). *Teknik Kendaraan Ringan Jilid 2*. Direktorat Pembinaan SMK, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Bosch Automotive Handbook. (2020). *Brake Systems and Suspension Technologies*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Harinaldi. (2002). *Prinsip-prinsip Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.
- Widarto. (2015). *Teknik Otomotif: Sistem Rem, Suspensi, dan Kemudi*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Noria Corporation. (2019). *Automotive Brake and Suspension Systems*. Tulsa: Machinery Lubrication Publications.
- Toyota Motor Corporation. (2021). *Automotive Chassis and Brake System Training Manual*. Tokyo: Toyota Technical Training Center.
- PT Astra Daihatsu Motor. (2018). *Modul Pelatihan Sistem Rem dan Suspensi*. Jakarta: Technical Training Division.
- Hidayat, S. (2020). *Dasar-Dasar Otomotif dan Komponen Utama Kendaraan*. Surabaya: Andi Offset.

BAB 4

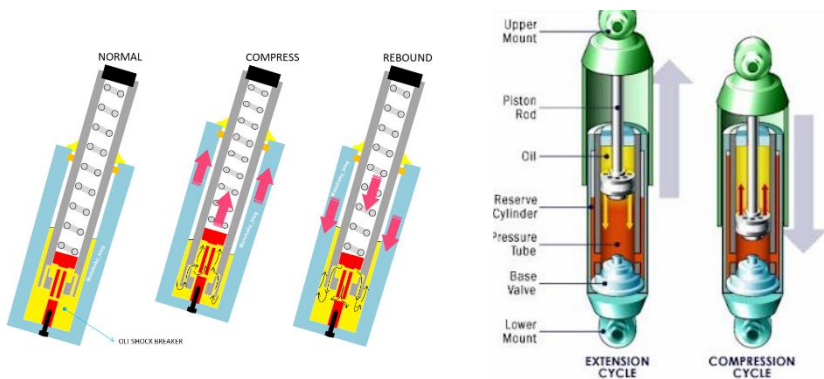
TEORI DASAR & PRINSIP KERJA

4.1 Mekanisme Kerja Umum

4.1.1 Sistem Suspensi

Sistem suspensi pada sepeda motor merupakan salah satu bagian pada chasis sepeda motor yang berfungsi menyerap bantingan, kejutan maupun getaran dari permukaan jalan dengan tujuan meningkatkan keamanan dan stabilitas berkendara. Selain itu sistem suspensi juga berfungsi untuk menopang bodi dan rangka sepeda motor untuk menjaga letak geometris antara bodi dan roda-roda Prinsip kerja sistem suspensi adalah sebagai berikut.

1. Pada saat kendaraan melewati permukaan jalan yang tidak rata. Kendaraan akan mengalami kejutan dan getaran yang diterima roda dari permukaan jalan, kemudian kejutan dan getaran tersebut akan diteruskan oleh roda ke sistem suspensi. Pegas suspensi bereaksi dengan cara melakukan Gerakan mengayun, kemudian dikembalikan lagi (*rebound*) ke roda, sehingga kejutan dan getaran tidak langsung diterima oleh bodi/rangka.



2. Setelah kendaraan melewati permukaan jalan yang tidak rata. Gerakan ayunan pegas tetap akan berlangsung beberapa saat walaupun kendaraan telah melewati permukaan jalan yang tidak rata. Keadaan ini akan mengakibatkan pengendaraan tidak nyaman dan berbahaya. Untuk mengatasi hal ini, peredam kejutan atau (*shock*

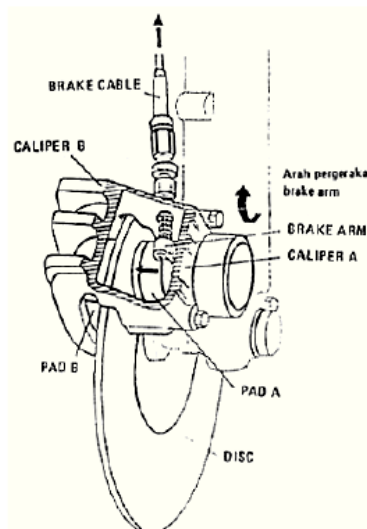
absorber) dipasangkan pada sistem suspensi, dimana peredam kejut akan bekerja menyerap kelebihan ayunan (*osilasi*) pegas sehingga pengendalian akan terasa stabil. Oleh karenanya, unit sistem suspensi biasanya merupakan 1 gabungan/kombinasi antara pegas dan peredam kejut.

4.1.2 Sistem Rem

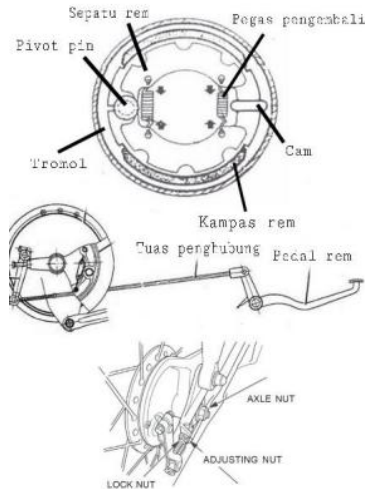
Prinsip kerja umum rem pada motor adalah mengubah energi kinetik (*gerak*) menjadi energi panas melalui gesekan antara dua komponen. Saat tuas rem ditekan, gaya penekanan akan diteruskan (*melalui sistem hidrolis atau kabel*) untuk menjepit kampas rem ke piringan cakram (*pada rem cakram*) atau sepatu rem ke bagian dalam tromol (*pada rem tromol*), sehingga memperlambat atau menghentikan putaran roda.

Mekanisme kerja rem.

Rem cakram: Menerapkan prinsip Hukum Pascal pada sistem hidroliknya. Saat tuas rem ditarik, tekanan fluida dari *master cylinder* diteruskan ke *kaliper* rem. Tekanan ini mendorong *piston* untuk menekan kampas rem ke kedua sisi piringan cakram (rotor) yang berputar bersama roda, menghasilkan gesekan untuk memperlambat roda.



Rem tromol: Saat tuas rem di tekan, kabel rem akan menggerakkan mekanisme yang membuat sepatu rem (*beserta kampasnya*) mendesak ke arah luar. Gesekan antara sepatu rem dengan permukaan dalam tromol yang berputar akan memperlambat roda.



4.2 Alur energi/fluida/kelistrikan dalam system

4.2.1 Sistem Rem

Sistem rem pada sepeda motor (*umumnya tipe hidrolis/cakram*) melibatkan alur energi dan fluida (*minyak rem*), dengan komponen kelistrikan tambahan.

4.2.1.1 Alur Energi

1. Energi Kinetik: Saat sepeda motor melaju, ia memiliki energi kinetik (energi gerak).
2. Ketika tuas atau pedal rem ditekan, sistem mengubah energi mekanis menjadi tekanan fluida, yang kemudian memaksa kampas rem bergesekan dengan cakram/tromol.
3. Gesekan ini berfungsi mengubah sebagian besar energi kinetik roda menjadi energi panas, yang kemudian diserap dan dibuang ke udara oleh komponen rem (cakram/tromol). Energi kinetik yang berkurang inilah yang menyebabkan laju sepeda motor melambat atau berhenti.

4.2.1.2 Alur Fluida (Rem Hidrolik)

1. Input Mekanis: Pengendara menarik tuas rem (atau menginjak pedal), ini merupakan energi mekanis awal.
2. Konversi Tekanan: Gerakan mekanis pada tuas/pedal menekan piston di dalam master silinder.
3. Transmisi Fluida: Piston menekan minyak rem (fluida hidrolik) yang berada di dalam sistem tertutup. Sesuai Hukum Pascal, tekanan fluida ini diteruskan secara merata melalui selang rem.
4. Aktivasi Mekanis Akhir: Tekanan fluida tiba di kaliper, mendorong piston kaliper (juga bekerja secara hidrolik).
5. Pengereman: Piston kaliper mendorong kampas rem agar bergesekan dengan cakram (piringan), menghasilkan gesekan dan pengereman.

4.2.1.3 Kelistrikan Tambahan

- Sistem kelistrikan berperan dalam mengaktifkan lampu rem.
- Ketika tuas/pedal rem ditekan, saklar lampu rem (biasanya terdapat di dekat master silinder atau pedal) akan terhubung, mengalirkan arus listrik ke lampu rem, memberi sinyal pengereman kepada pengendara lain.

4.2.2 Sistem Suspensi

Sistem suspensi (*peredam kejut*) melibatkan alur energi dan fluida (*oli suspensi*), serta energi mekanis yang dominan. Kelistrikan jarang digunakan kecuali pada sistem suspensi elektronik canggih.

4.2.2.1 Alur Energi dan Mekanis

1. Penyerapan Getaran: Saat roda melewati permukaan jalan yang tidak rata, terjadi energi kinetik vertikal yang ditransfer ke roda dan pegas.
2. Energi Potensial Pegas: Pegas (*per*) pada suspensi menerima benturan dan mengompresi (*memendek*), mengubah energi kinetik benturan menjadi energi potensial elastis.
3. Peredaman: Setelah terkompresi, pegas akan mencoba memanjang kembali (*osilasi*). Peredam kejut (*shock absorber*) bekerja untuk menghilangkan osilasi berlebihan ini.

4.2.2.2 Alur Fluida (Peredam Kejut Hidrolik)

1. Gerak Piston: Piston di dalam tabung peredam kejut bergerak naik turun seiring pemendekan dan pemanjangan pegas.
2. Hambatan Fluida: Gerakan piston memaksa oli suspensi (*fluida*) mengalir melalui lubang-lubang kecil (*orifice*) dan katup di dalam tabung.
3. Konversi Energi: Hambatan aliran fluida ini menciptakan gaya redaman yang berlawanan dengan gerakan piston. Proses ini mengubah energi mekanis dari gerakan osilasi pegas menjadi energi panas pada oli, yang kemudian diserap dan dibuang ke udara. Panas inilah yang meredam getaran sehingga motor tidak memantul-mantul secara berlebihan.

4.2.2.3 Kelistrikan (Pada Suspensi Elektronik)

- Beberapa motor kelas atas atau modern menggunakan suspensi elektronik yang bisa diatur (misalnya *ES* atau *Electronic Suspension*).
- Sistem kelistrikan (*ECU dan aktuator*) mengontrol katup-katup fluida secara elektronik untuk mengubah tingkat kekerasan redaman (*damping force*) secara *real-time* berdasarkan sensor, mengubah alur fluida dan tingkat hambatannya.

4.4 Daftar Rujukan

Muhammad R. Banuaji. (2021). Perencanaan Ulang Rem Cakram Roda Depan Pada Motor Honda Scoopy ESP FI 110cc Tahun 2017.

Adolph, R. (2016). BAB II Dasar Teori

BAB 5 KOMPONEN UTAMA

5.1 Daftar komponen

5.1.1 Komponen Rem Sepeda Motor

Rem cakram

1. Piringan cakram (*disc*): Piringan logam tempat kampas rem menjepitnya.



2. Kampas rem (*brake pads*): Menjepit cakram untuk menghasilkan gesekan.



3. Kaliper (*brake caliper*): Rumah piston yang menjepit kampas rem pada cakram.



4. Piston: Mendorong kampas rem menjepit cakram saat ada tekanan hidrolik.



5. Selang rem (brake hose): Menghubungkan master silinder dengan kaliper.



6. Master silinder (master cylinder): Mengubah tekanan mekanik dari tuas menjadi tekanan hidrolik.



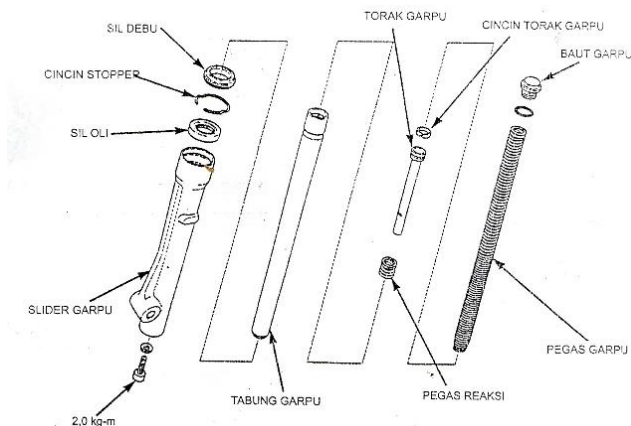
7. Cairan rem (brake fluid): Media transfer tekanan hidrolik.



5.1.2 Komponen Suspensi Sepeda Motor

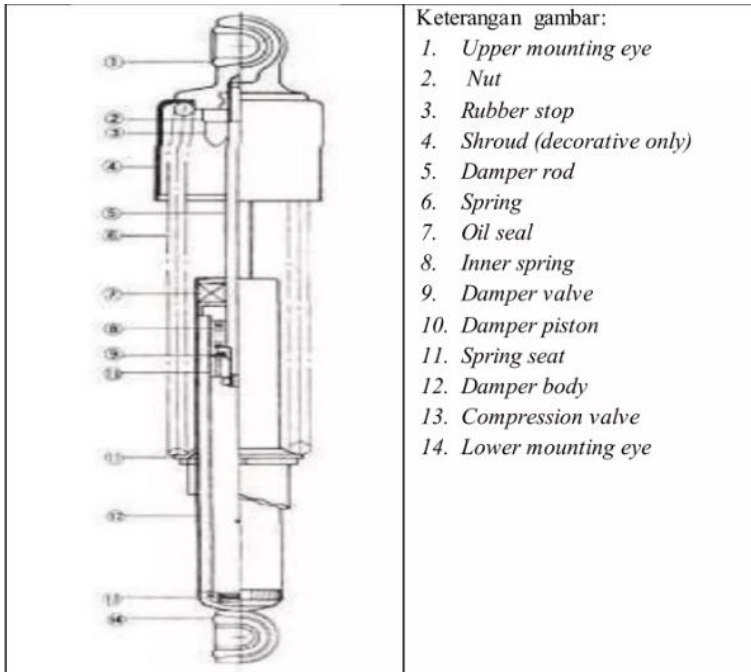
Komponen Suspensi Depan Motor

1. Silinder garpu: Merupakan tempat penampungan minyak oli suspensi. Pelumas ini wajib diganti secara berkala agar peredam kejut bisa aktif bekerja.
2. Seal oli: Serupa dengan namanya, bagian ini berfungsi mengunci oli suspensi agar tidak luber dari silinder garpu.
3. Tabung garpu: Sebagai ruang dari silinder garpu motor.
4. Seal debu: Komponen sealdebu merawat silinder garpu supaya kotoran tidak masuk ke dalamnya. Kotoran yang melekat bisa mengotori minyak suspensi dan mengurangi keahliannya untuk meredam guncangan.
5. Cincin stopper: Salah satu komponen depan ini menjaga seal oli agar tidak bergerak ke atas akibat tekanan dari minyak suspensi.
6. Torak garpu: Komponen ini memiliki fungsi untuk membagi sekat antara bagian atas dan bawah torak garpu.
7. Pegas reaksi: Berguna sebagai penerima getaran dari roda saat melewati jalan berlubang atau tidak rata, yang kemudian diserap.
8. Pegas garpu: Perangkat ini menahan torak untuk bergerak ke atas dan mengurangi guncangan,
9. Baut garpu: Menjaga oli agar tidak keluar dari sistem suspensi.



Komponen Suspensi Depan Motor

Komponen Suspensi Belakang Motor



1. Upper mounting eye: penahan suspensi dengan sasis motor.
2. Nut: untuk mengencangkan dan mengunci komponen-komponen suspensi, terutama per pegas (coil spring), agar posisinya tidak berubah dan tetap berfungsi dengan optimal.
3. Rubber stop: sebagai bantalan untuk meredam guncangan dan getaran ekstrem saat motor melewati jalan tidak rata atau saat kompresi suspensi maksimal.
4. Shroud (decorative only): Menutupi bagian-bagian suspensi yang kurang menarik untuk memberikan tampilan yang lebih rapi dan modern pada motor.
5. Damper rod: sebagai jalur utama pergerakan piston dalam tabung suspensi, yang memungkinkan seluruh sistem *shockbreaker* untuk meredam getaran dan mengontrol gerakan suspensi secara optimal.
6. Spring: untuk menyerap dan menahan beban kendaraan serta meredam getaran.

7. Oil seal: mencegah oli keluar dari tabung *shockbreaker* dan menahan debu atau kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem suspensi.
8. Inner spring: menopang beban motor, menyerap dan meredam getaran, serta membantu proses *rebound* agar roda tetap menempel di jalan dan memberikan kenyamanan berkendara.
9. Damper valve: meredam getaran dan mengontrol gerakan pegas, sehingga meningkatkan kenyamanan dan stabilitas saat berkendara.
10. Damper piston: mengatur sirkulasi oli di dalam tabung suspensi, yang memungkinkan oli untuk menyerap getaran dan guncangan dari jalan yang tidak rata
11. Spring seat: sebagaiudukan atau penyangga bagi pegas (per) itu sendiri.
12. Damper body: untuk meredam getaran dan guncangan saat motor melewati jalan tidak rata, serta meningkatkan stabilitas dan mengontrol gerakan suspensi agar lebih nyaman dan terkendali.
13. Compression valve: meredam getaran atau menahan beban dan menstabilkan motor saat melewati jalan tidak rata.
14. Lower mounting eye: penahan suspensi dengan sasis motor.

5.3 Daftar Rujukan

- Hadi Prianto. (2019). *Melakukan Perawatan Sistem Pengereman*.
- Gangguan, A., Kerusakan, D. A. N., Rem, S., & Anitasari, M. E. (2024). *Sepeda Motor Serta Penanganannya*.

BAB 6

SUB KOMPONEN DAN MATERIAL

6.1 Sub Komponen

1. Pegas (Spring)

Pegas merupakan elemen utama yang berfungsi menyerap dan menahan kejutan akibat permukaan jalan yang tidak rata. Saat kendaraan melewati gundukan, pegas akan menekan dan mengembang, lalu mengembalikan posisi kendaraan ke keadaan semula.

Jenis-jenis pegas antara lain:

- Pegas daun (Leaf Spring): terdiri dari beberapa lapisan baja lentur, banyak digunakan pada truk atau kendaraan berat.
- Pegas spiral (Coil Spring): berbentuk ulir logam, umum digunakan pada mobil penumpang karena responsif dan elastis.
- Pegas torsi (Torsion Bar): bekerja berdasarkan puntiran batang baja untuk menghasilkan gaya balik.
- Pegas udara (Air Spring): menggunakan udara bertekanan untuk meredam guncangan, menghasilkan kenyamanan tinggi.

Material:

Biasanya terbuat dari baja paduan tinggi seperti *chrome-vanadium steel* atau *chrome-silicon steel*, yang memiliki kekuatan tarik dan ketahanan terhadap kelelahan logam (fatigue) yang baik.

2. Peredam Kejut (Shock Absorber)

Peredam kejut berfungsi mengontrol gerakan pegas agar kendaraan tidak memantul berlebihan setelah melewati guncangan. Komponen ini bekerja dengan mengubah energi kinetik dari gerakan pegas menjadi energi panas melalui gesekan fluida.

Jenis shock absorber:

- Tipe hidrolik (Oil Type): menggunakan oli sebagai fluida peredam.
- Tipe gas (Gas Type): berisi gas nitrogen untuk respon yang lebih cepat.
- Tipe adjustable: dapat diatur kekerasannya sesuai kondisi jalan.

Material:

Terbuat dari baja karbon tinggi atau aluminium alloy untuk tabung dan batang piston, serta karet sintetis atau Teflon untuk segel dan katupnya.

3. Lengan Ayun (Control Arm / Wishbone)

Lengan ayun berfungsi menghubungkan roda dengan rangka kendaraan serta menjaga posisi roda agar tetap stabil dalam berbagai kondisi jalan. Komponen ini memungkinkan roda bergerak naik-turun tanpa memengaruhi geometri kemudi.

Jenisnya meliputi:

- Lengan ayun atas (*upper control arm*).
- Lengan ayun bawah (*lower control arm*).

Material:

Umumnya dibuat dari baja tempa (*forged steel*), baja paduan, atau aluminium cast untuk mengombinasikan kekuatan dan bobot yang ringan.

4. Stabilizer Bar (Anti-Roll Bar)

Stabilizer bar berfungsi mengurangi kemiringan bodi kendaraan saat berbelok tajam dengan menyeimbangkan beban antara roda kanan dan kiri. Komponen ini meningkatkan kestabilan dan kenyamanan saat menikung.

Material:

Menggunakan baja pegas (*spring steel*) yang dilapisi anti-karat seperti *phosphate coating* atau *powder coating* agar tahan terhadap korosi dan tekanan.

5. Bushing dan Mounting

Bushing dan mounting berperan sebagai peredam getaran antara sambungan logam pada sistem suspensi. Bushing mencegah gesekan langsung antar logam, sementara mounting menjadi titik tumpu untuk menahan komponen suspensi pada rangka kendaraan.

Material:

Dibuat dari karet alam (*natural rubber*), polyurethane, atau synthetic rubber (*neoprene*) yang memiliki sifat elastis, tahan aus, dan mampu meredam kebisingan.

6. Strut dan Bearing Suspensi

Strut merupakan gabungan antara shock absorber dan pegas dalam satu unit (terutama pada tipe MacPherson strut). Sedangkan bearing suspensi menopang beban roda sekaligus memungkinkan rotasi roda dengan halus.

Material:

- Strut housing: menggunakan baja karbon atau aluminium alloy untuk kekuatan dan bobot ringan.
- Bearing: terbuat dari baja tahan karat (stainless steel) dengan pelumas (*grease*) untuk mengurangi gesekan dan panas.

Daftar Rujukan

Sutrisno, A. (2018). *Teknologi Kendaraan Ringan Otomotif*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Daryanto. (2019). *Teknik Otomotif: Sistem Suspensi dan Kemudi*. Bandung: Alfabeta.

Erjavec, J. (2017). *Automotive Technology: A Systems Approach* (6th Edition). Boston: Cengage Learning.

Lim, C. & Stenerson, J. (2016). *Automotive Chassis Systems*. Pearson Education.

Bosch Automotive Handbook. (2018). *Chassis Systems – Suspension, Steering, Brakes*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.

Widodo, S. (2020). *Sistem Suspensi dan Kemudi Kendaraan*. Yogyakarta: Deepublish.

Heisler, H. (2002). *Advanced Vehicle Technology* (2nd Edition). Oxford: Butterworth-Heinemann.

Giri, N. K. (2015). *Automobile Mechanics*. New Delhi: Khanna Publishers.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2013). *Buku Panduan Teknik Sepeda Motor: Sistem Suspensi, Rangka, dan Kemudi*. Jakarta: Kemdikbud.

Toyota Technical Training. (2017). *Suspension System Fundamentals*. Toyota Motor Corporation.

BAB 7

ANALISIS DAN MEKANISME KERJA

7.1 Analisis Sistem Suspensi

Sistem suspensi merupakan bagian penting dari kendaraan yang berfungsi menjaga kenyamanan dan kestabilan selama berkendara. Analisis sistem ini mencakup cara kerja, gaya-gaya yang bekerja, serta hubungan antar komponen utama seperti pegas, peredam kejut (shock absorber), dan lengan ayun.

1. **Kenyamanan (Ride Comfort)**
Suspensi harus mampu menyerap getaran dan hentakan dari permukaan jalan agar tidak diteruskan ke bodi kendaraan. Semakin baik kemampuan suspensi menyerap energi getaran, semakin nyaman pengemudi dan penumpang.
2. **Kestabilan (Stability)**
Sistem suspensi juga menjaga agar roda tetap menempel di permukaan jalan, terutama saat melewati tikungan atau jalan bergelombang. Stabilitas tinggi membuat kendaraan tidak mudah terguling atau kehilangan kendali.
3. **Kontrol dan Pengendalian (Handling)**
Suspensi mempengaruhi sudut geometri roda (camber, caster, toe). Pengaturan yang baik akan membuat kendaraan lebih responsif dan mudah dikendalikan.
4. **Distribusi Beban**
Sistem suspensi berperan dalam menyalurkan beban kendaraan ke masing-masing roda secara merata agar gaya tekan pada ban seimbang dan umur pakai ban lebih panjang.
5. **Efisiensi Energi dan Daya Tahan**
Material dan desain komponen suspensi dianalisis agar tahan terhadap kelelahan (fatigue) akibat beban dinamis dan getaran yang terus-menerus, tanpa menambah bobot berlebihan.

7.2 Mekanisme Kerja Sistem Suspensi

Mekanisme kerja sistem suspensi secara umum melibatkan interaksi antara pegas dan shock absorber dalam meredam getaran yang dihasilkan dari kontak roda dengan jalan. Secara bertahap prosesnya adalah sebagai berikut:

1. **Kontak Awal Roda dengan Permukaan Jalan**
Ketika roda melewati permukaan yang tidak rata, gaya kejutan dari jalan diteruskan ke sistem suspensi.
2. **Pegas Menyerap Guncangan**
Pegas (baik spiral, daun, atau udara) akan menekan dan mengembang untuk menyerap sebagian energi getaran tersebut. Pegas berfungsi menyimpan energi potensial sementara untuk mencegah benturan langsung ke bodi kendaraan.
3. **Shock Absorber Meredam Gerakan Pegas**
Setelah pegas menekan dan melepas, shock absorber bekerja dengan mengubah energi gerak menjadi panas melalui gesekan fluida di dalam tabungnya. Hal ini mencegah pegas memantul berulang kali.
4. **Lengan Ayun (Control Arm) Mengatur Posisi Roda**
Lengan ayun menjaga agar roda tetap sejajar dan bergerak sesuai lintasan vertikal tanpa mengubah posisi horizontal yang signifikan.
5. **Stabilizer Bar Menjaga Keseimbangan Sisi Kiri dan Kanan**
Saat kendaraan menikung, gaya sentrifugal menyebabkan bodi kendaraan miring. Stabilizer bar bekerja menyeimbangkan gaya antara sisi kiri dan kanan agar kemiringan bodi berkurang.
6. **Bushing dan Mounting Meredam Getaran Kecil**
Bushing yang terbuat dari karet atau polyurethane menyerap getaran kecil antar sambungan logam, sehingga suara dan guncangan yang diterima kabin berkurang.
7. **Energi Getaran Dihilangkan dan Kendaraan Stabil Kembali**
Setelah guncangan teredam, sistem suspensi kembali ke posisi semula dan roda tetap menempel di permukaan jalan, menjaga traksi optimal.

7.3 Analisis Fungsional

Berdasarkan mekanisme kerja tersebut, maka sistem suspensi memiliki peran penting dalam:

- Meningkatkan kenyamanan dengan mengurangi transmisi getaran ke kabin.
- Menjaga kestabilan kendaraan saat menikung, berakselerasi, atau mengerem mendadak.

- Memperpanjang umur komponen kendaraan, terutama ban, bearing, dan sistem kemudi.
- Meningkatkan keselamatan dengan memastikan roda tetap menapak di permukaan jalan untuk menghasilkan gaya gesek yang cukup saat pengereman.

7.5 Daftar Rujukan

- Daryanto. (2019). *Teknik Otomotif: Sistem Suspensi dan Kemudi*. Bandung: Alfabeta.
- Sutrisno, A. (2018). *Teknologi Kendaraan Ringan Otomotif*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Bosch Automotive Handbook. (2018). *Chassis Systems: Suspension, Steering, and Brakes*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Erjavec, J. (2017). *Automotive Technology: A Systems Approach* (6th ed.). Boston: Cengage Learning.
- Lim, C., & Stenerson, J. (2016). *Automotive Chassis Systems*. New Jersey: Pearson Education.
- Heisler, H. (2002). *Advanced Vehicle Technology* (2nd ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Widodo, S. (2020). *Sistem Suspensi dan Kemudi Kendaraan*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Giri, N. K. (2015). *Automobile Mechanics*. New Delhi: Khanna Publishers.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2013). *Buku Panduan Teknik Sepeda Motor: Sistem Suspensi, Rangka, dan Kemudi*. Jakarta: Kemdikbud.
- Toyota Technical Training. (2017). *Suspension System Fundamentals*. Toyota Motor Corporation.

BAB 8

STANDAR PABRIKAN DAN REGULASI

8.1 Pengertian Umum

Sistem suspensi merupakan komponen vital pada kendaraan yang berfungsi menjaga kenyamanan, kestabilan, dan keselamatan selama berkendara. Karena perannya sangat penting, setiap pabrik otomotif wajib memenuhi standar teknis dan regulasi keselamatan yang telah ditetapkan baik secara nasional maupun internasional. Standar ini mencakup bahan, desain, kekuatan, daya tahan, serta kinerja suspensi terhadap beban dan kondisi jalan.

Setiap pabrik kendaraan memiliki standar tersendiri yang disesuaikan dengan jenis kendaraan dan kondisi operasional. Tujuannya adalah menjaga mutu, keamanan, dan kenyamanan produk.

Beberapa contoh standar umum yang diterapkan oleh pabrik otomotif besar antara lain:

1. Toyota Motor Corporation (JIS – Japan Industrial Standard)
 - Menggunakan standar JIS D 4102 untuk uji keandalan komponen suspensi.
 - Mengharuskan pengujian daya lentur, kekakuan, dan ketahanan material pegas terhadap kelelahan (fatigue test).
 - Material pegas biasanya memenuhi spesifikasi SAE 9254 atau SUP10 Steel.
2. Honda Motor Co., Ltd.
 - Menerapkan standar kualitas Honda Engineering Standard (HES) untuk pengujian sistem suspensi dan komponen terkait.
 - Setiap suspensi diuji menggunakan vehicle dynamic test untuk menilai kestabilan dan kenyamanan kendaraan.
3. Mitsubishi & Suzuki
 - Mengacu pada JIS dan ISO/TS 16949 sebagai standar sistem manajemen mutu komponen suspensi.
 - Menekankan pengujian ketahanan bushing, ball joint, dan shock absorber hingga 1 juta siklus getaran.
4. Pabrik Eropa (Mercedes-Benz, BMW, Volkswagen)

- Mengacu pada standar DIN (Deutsches Institut für Normung) dan ECE Regulation No. 13 dan No. 79.
- Fokus pada *ride comfort* dan *handling stability*, dengan pengujian suspensi aktif dan adaptif.

8.2 Standar Internasional dan Nasional

1. ISO (International Organization for Standardization)
 - ISO 2631: Evaluasi kenyamanan kendaraan terhadap getaran.
 - ISO 1940-1: Keseimbangan rotasi roda dan sistem suspensi.
 - ISO 6469-3: Standar keamanan sistem suspensi kendaraan listrik.
2. SAE (Society of Automotive Engineers)
 - SAE J1400: Pengujian sistem suspensi terhadap getaran dan kebisingan.
 - SAE J2380: Durability Test for Suspension Components.
 - SAE J1561: Test Procedure for Vehicle Ride and Handling Characteristics.
3. ECE (Economic Commission for Europe)
 - ECE Regulation No. 13: Standar sistem pengereman dan suspensi.
 - ECE Regulation No. 79: Stabilitas arah dan kemampuan pengendalian kendaraan.
4. SNI (Standar Nasional Indonesia)
 - SNI 09-4091-1996: Ketentuan umum sistem suspensi kendaraan bermotor.
 - SNI ISO 2631-1:2011: Evaluasi getaran mekanis terhadap tubuh manusia dalam kendaraan.
 - SNI juga mengatur bahan logam pegas dan prosedur uji ketahanan komponen suspensi.

8.3 Tujuan Penerapan Standar dan Regulasi

Penerapan standar dan regulasi bertujuan untuk:

1. Menjamin Keselamatan
Suspensi harus mampu menahan beban dinamis dan menjaga traksi roda agar kendaraan tidak kehilangan kendali.
2. Meningkatkan Kualitas Produk
Standar pabrikan menjamin keseragaman mutu antar komponen dan antar model kendaraan.

3. Memastikan Kenyamanan Berkendara
Pengujian sesuai ISO 2631 menjamin bahwa tingkat getaran yang diterima penumpang masih dalam batas aman.
4. Menjaga Keberlanjutan dan Lingkungan
Pemakaian material yang ramah lingkungan (seperti baja daur ulang dan pelumas non-toksik) menjadi salah satu syarat standar modern.

8.5 Daftar Rujukan

- Bosch Automotive Handbook. (2018). *Chassis Systems: Brakes, Steering, and Suspension*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Daryanto. (2019). *Teknik Otomotif: Sistem Rem dan Suspensi*. Bandung: Alfabeta.
- Erjavec, J. (2017). *Automotive Technology: A Systems Approach* (6th ed.). Boston: Cengage Learning.
- Heisler, H. (2002). *Advanced Vehicle Technology* (2nd ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan No. 33 Tahun 2015 tentang Pengujian Tipe Kendaraan Bermotor*. Jakarta: Kemenhub RI.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2020). *Standar Nasional Indonesia (SNI) 1896:2020 – Sistem Rem Kendaraan Bermotor Roda Empat atau Lebih*. Jakarta: BSN.
- Society of Automotive Engineers (SAE). (2016). *SAE J1401: Hydraulic Brake Hose Assemblies for Use with Nonpetroleum-Base Brake Fluids*. USA: SAE International.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2014). *Regulation No. 13 – Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with regard to Braking*. Geneva: UNECE.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2015). *Regulation No. 13H – Braking of Passenger Cars*. Geneva: UNECE.
- Widodo, S. (2021). *Sistem Rem dan Suspensi Otomotif Modern*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.

BAB 9

PERAWATAN SISTEM REM DAN SUSPENSI

Perawatan sistem rem dan suspensi merupakan salah satu aspek terpenting dalam menjaga keamanan, kenyamanan, dan performa kendaraan. Kedua sistem ini bekerja secara langsung terhadap pengendalian sepeda motor; oleh karena itu, kondisi keduanya harus selalu prima. Apabila perawatan diabaikan, dapat menimbulkan risiko serius seperti kehilangan daya pengereman, ketidakstabilan saat berkendara, hingga kecelakaan.

9.1 Perawatan Rutin

Perawatan rutin sistem rem dan suspensi dilakukan secara berkala agar kinerja komponen tetap optimal.

Pada **sistem rem**, hal pertama yang harus diperhatikan adalah **pemeriksaan minyak rem**. Volume minyak rem sebaiknya diperiksa setiap 1.000 kilometer, dan apabila berkurang harus segera ditambahkan sesuai dengan spesifikasi pabrikan, umumnya DOT 3 atau DOT 4. Selanjutnya, **kampas rem** perlu diperiksa secara visual; jika ketebalannya sudah di bawah batas aman (sekitar 2 mm), maka harus diganti. Pemeriksaan **selang dan kaliper rem** juga penting untuk memastikan tidak ada kebocoran fluida maupun kotoran yang menempel pada kaliper.

Selain itu, pengendara disarankan melakukan **bleeding atau pembuangan udara** dari sistem hidrolis setiap kali mengganti minyak rem agar tekanan di dalam sistem tetap stabil. Permukaan tromol dan cakram pun harus dibersihkan menggunakan cairan khusus seperti *brake cleaner* supaya bebas dari minyak dan debu yang dapat menurunkan efisiensi pengereman.

Sementara pada **sistem suspensi**, perawatan rutin meliputi **pemeriksaan visual shock absorber** untuk memastikan tidak ada kebocoran oli. Oli yang keluar di sekitar seal menandakan adanya kerusakan pada seal atau tabung shock. **Pegas suspensi** juga perlu diperiksa dari kemungkinan retak atau melemah karena dapat menyebabkan kendaraan miring atau amblas. Baut pengikat suspensi harus dikencangkan secara berkala, dan **bushing** diperiksa

karena keausan bushing dapat menimbulkan bunyi berisik. Selain itu, **tekanan udara ban** yang sesuai juga berpengaruh besar terhadap kinerja suspensi; tekanan yang terlalu rendah dapat mempercepat kerusakan shock absorber. Untuk menjaga keawetan, disarankan melakukan penyemprotan anti karat secara berkala pada bagian logam suspensi.

9.2 Jadwal Servis Pabrikan

Produsen kendaraan bermotor umumnya memberikan panduan jadwal servis berkala untuk sistem rem dan suspensi. Jadwal ini harus diikuti agar setiap komponen tetap berfungsi dengan baik.

- **Minyak rem** disarankan diganti setiap **10.000 km atau 12 bulan sekali**, karena kualitas minyak dapat menurun akibat penyerapan kelembapan dari udara.
- **Kampas rem** perlu diperiksa setiap **5.000 hingga 10.000 km**, dan segera diganti bila aus.
- **Selang rem** sebaiknya diperiksa setiap **20.000 km** untuk mendeteksi adanya retakan atau kebocoran kecil.
- **Shock absorber** perlu dicek setiap **15.000 km** untuk memastikan tidak ada kebocoran oli dan tetap memiliki daya redam yang baik.
- **Pegas suspensi** direkomendasikan untuk diganti setiap **20.000 km** bila sudah lemah atau retak.
- **Baut dan bushing** harus diperiksa dalam setiap servis rutin karena komponen ini sering mengalami pelonggaran akibat getaran.
- Bagi kendaraan yang dilengkapi **sistem ABS**, pemeriksaan sensor dan jalur kelistrikan dilakukan setiap **20.000 km** untuk memastikan tidak ada kesalahan deteksi sistem pengereman.

9.3 Dampak Jika Diabaikan

Mengabaikan perawatan sistem rem dan suspensi dapat menimbulkan berbagai dampak negatif. Pertama, **penurunan kinerja pengereman** yang bisa menyebabkan rem menjadi kurang

responsif atau bahkan blong. Kedua, **kebocoran sistem hidrolis** dapat menyebabkan pedal rem terasa lembek dan tidak mampu menghasilkan tekanan optimal. Selain itu, **keausan komponen** seperti kampas dan cakram akan meningkat bila tidak dilakukan pemeriksaan berkala.

Pada sistem suspensi, kelalaian perawatan dapat menyebabkan **ketidaknyamanan berkendara**, di mana kendaraan menjadi memantul berlebihan atau terasa tidak stabil saat melaju. Dalam jangka panjang, **kerusakan bushing dan mounting** juga dapat menyebabkan kebisingan serta mempercepat **kerusakan rangka bawah kendaraan**. Lebih jauh lagi, kondisi suspensi yang tidak seimbang bisa meningkatkan **konsumsi bahan bakar** karena menambah beban kerja mesin. Yang paling berbahaya adalah **menurunnya keselamatan berkendara**, karena rem dan suspensi yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan hilangnya kendali saat melakukan pengereman mendadak atau melewati jalan bergelombang.

9.4 Daftar Rujukan

Daryanto. (2020). *Teknologi Dasar Otomotif*. Bandung: Alfabeta.

Raharjo, Joko. (2019). *Sistem Rem dan Suspensi Otomotif*. Yogyakarta: Deepublish.

Bosch Automotive Handbook. (2021). *Brake and Suspension Maintenance Guide*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.

Toyota Motor Corporation. (2022). *Maintenance Manual: Brake & Suspension Systems*. Tokyo: Toyota Technical Training.

Widarto, S. (2020). *Teknik Otomotif: Sistem Rem dan Suspensi*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.

Astra Honda Motor. (2021). *Pedoman Servis Berkala Sepeda Motor Honda*. Jakarta.

BAB 10

KERUSAKAN DAN TROUBLESHOOTING

10.1 Gejala Umum Kerusakan

Kerusakan pada sistem rem biasanya dapat dirasakan langsung oleh pengemudi melalui perubahan pada respons pedal atau suara yang timbul saat pengereman. Beberapa gejala umum yang sering muncul antara lain pedal rem terasa lembek, munculnya suara berdecit, kendaraan menarik ke salah satu sisi saat direm, atau pedal rem bergetar. Selain itu, pada kendaraan yang dilengkapi sistem ABS, lampu indikator ABS yang menyala terus-menerus juga merupakan tanda adanya gangguan pada sensor kecepatan roda atau sistem kelistrikan rem.

Sedangkan pada sistem suspensi, gejala kerusakan dapat berupa kendaraan yang memantul berlebihan saat melewati jalan bergelombang, munculnya bunyi ketukan atau “klotok” dari bawah kendaraan, posisi bodi kendaraan yang miring karena pegas melemah, atau ban aus secara tidak merata. Selain itu, kendaraan yang terasa tidak stabil saat berbelok juga menjadi tanda bahwa sistem suspensi mengalami keausan, terutama pada bagian stabilizer bar atau mounting.

10.2 Penyebab Umum Kerusakan

Penyebab kerusakan sistem rem dan suspensi dapat berasal dari berbagai faktor. Pada sistem rem, kerusakan sering disebabkan oleh masuknya udara ke dalam sistem hidrolis, kebocoran pada selang atau master silinder, kampas rem yang aus, hingga permukaan cakram rem yang bergelombang akibat panas berlebih. Selain itu, kerusakan pada sensor ABS juga sering terjadi karena kotoran, karat, atau konektor yang longgar.

Pada sistem suspensi, kerusakan biasanya diakibatkan oleh kebocoran oli pada shock absorber, pegas yang melemah akibat usia pemakaian, bushing atau ball joint yang aus karena kurang pelumasan, serta tekanan ban yang tidak sesuai dengan standar. Faktor kebiasaan berkendara, seperti sering melewati jalan rusak dengan kecepatan tinggi, juga dapat mempercepat keausan komponen suspensi.

10.3 Diagnosis Masalah dan Solusi Perbaikan

Dalam proses perawatan, diagnosis masalah pada sistem rem dan suspensi perlu dilakukan secara sistematis berdasarkan gejala yang muncul.

Apabila pedal rem terasa lembek, kemungkinan besar terdapat udara di dalam sistem hidrolik. Solusinya adalah dengan melakukan proses *bleeding* untuk membuang udara tersebut. Jika rem terasa keras, hal ini biasanya disebabkan oleh booster yang rusak atau kebocoran pada selang vakum; periksa seluruh selang dan booster untuk memastikan kondisi vakum masih baik.

Ketika rem bergetar saat diinjak, penyebab yang paling umum adalah permukaan cakram rem yang tidak rata atau bengkok. Solusi terbaik adalah meratakan atau mengganti cakram yang rusak. Jika rem mengeluarkan suara berdecit, hal tersebut menandakan kampas rem sudah aus atau kotor; bersihkan atau ganti kampas untuk menghilangkan suara tersebut.

Jika kendaraan menarik ke satu sisi saat direm, kemungkinan tekanan rem tidak seimbang atau salah satu kaliper macet. Dalam kasus ini, lakukan pemeriksaan kaliper dan ganti seal yang rusak. Bila minyak rem cepat berkurang, hal itu disebabkan oleh kebocoran pada master silinder atau selang rem; perbaiki kebocoran dan tambahkan minyak rem sesuai spesifikasi.

Untuk sistem suspensi, kendaraan yang memantul berlebihan biasanya diakibatkan oleh shock absorber bocor atau kehilangan daya redam, sehingga perlu diganti. Bila terdengar bunyi ketukan keras saat melewati jalan rusak, penyebabnya bisa berasal dari bushing atau ball joint yang aus. Bagian depan kendaraan yang turun menandakan pegas sudah lemah atau patah, sehingga harus diganti baru.

Ban yang aus tidak merata sering kali disebabkan oleh sudut camber atau toe yang tidak sesuai, dan dapat diatasi dengan melakukan *spooring* dan *balancing*. Kendaraan yang tidak stabil saat menikung menunjukkan adanya kerusakan pada stabilizer bar,

sementara shock absorber yang kering atau berkarat menandakan kekurangan oli atau pelumas. Selain itu, lampu ABS yang menyala menunjukkan kerusakan sensor roda atau konektor yang longgar.

Jika suspensi terasa terlalu keras, biasanya disebabkan oleh pegas yang terlalu kaku atau tekanan ban yang terlalu tinggi, sehingga perlu dilakukan penyetelan tekanan ban atau penggantian pegas. Adapun bunyi berderak saat menikung menunjukkan mounting suspensi longgar, yang dapat diatasi dengan mengencangkan atau mengganti mounting tersebut.

Diagnosis yang cepat dan tepat terhadap gejala-gejala di atas sangat penting untuk mencegah kerusakan lanjutan dan menjaga keamanan pengendara.

10.5 Daftar Rujukan

Daryanto. (2020). *Teknologi Dasar Otomotif*. Bandung: Alfabeta.

Bosch Automotive Handbook. (2021). *Brake and Suspension Diagnostics*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.

Toyota Motor Corporation. (2022). *Troubleshooting Manual: Brake & Suspension System*. Tokyo: Toyota Technical Training.

Widarto, S. (2021). *Teknik Otomotif: Diagnosa Sistem Rem dan Suspensi*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.

Honda Technical Service. (2020). *Pedoman Servis dan Diagnosis Sistem Pengereman dan Suspensi Sepeda Motor*. PT Astra Honda Motor.

Heisler, H. (2010). *Advanced Vehicle Technology*. Oxford: Butterworth-Heinemann

BAB 11

STUDI KASUS INDUSTRI: SISTEM REM DAN SUSPENSI

11.1 Pengalaman di Bengkel Resmi

Bengkel resmi kendaraan bermotor, baik mobil maupun sepeda motor, memiliki standar pelayanan yang sangat ketat dalam menangani sistem rem dan suspensi. Setiap servis rutin dilakukan mengikuti *Standard Operating Procedure (SOP)* pabrikan.

Sebagai contoh, di bengkel resmi Toyota Auto 2000, pemeriksaan sistem rem dilakukan melalui tahapan standar: pengecekan ketebalan kampas, kondisi cakram, tekanan minyak rem, dan fungsi ABS menggunakan *scanner* diagnostik. Hasil pemeriksaan kemudian dibandingkan dengan data spesifikasi pabrikan. Jika ditemukan kampas rem dengan ketebalan kurang dari 2 mm atau minyak rem berubah warna menjadi keruh, maka komponen tersebut langsung diganti.

Sementara itu, di bengkel resmi Honda Astra Motor, bagian suspensi mendapatkan perhatian khusus pada setiap servis 8.000–12.000 km. Pemeriksaan meliputi kebocoran shock absorber, kekencangan baut suspensi, serta pengujian rebound pegas. Jika shock absorber bocor atau kehilangan daya redam, teknisi wajib mengganti unit secara keseluruhan sesuai rekomendasi pabrikan, bukan sekadar mengganti seal-nya.

Bengkel resmi juga menerapkan sistem dokumentasi digital, di mana setiap hasil pemeriksaan dicatat dalam *vehicle history record*. Hal ini memudahkan teknisi berikutnya untuk mengetahui kondisi terakhir kendaraan. Dari pengalaman bengkel resmi, dapat disimpulkan bahwa kedisiplinan mengikuti standar servis pabrikan berperan besar dalam mencegah kerusakan berat pada sistem rem dan suspensi.

11.2 Wawancara dengan Mekanik atau Teknisi

Salah satu wawancara dilakukan dengan Bapak Rudi Hartono, seorang teknisi senior di bengkel resmi Yamaha Service

Center. Menurutnya, keluhan pelanggan yang paling sering muncul pada sistem rem adalah “rem blong” atau “pedal rem lembek”. Berdasarkan pengalamannya selama lebih dari 10 tahun, penyebab paling umum bukan karena kerusakan besar, melainkan penggantian minyak rem yang jarang dilakukan. Banyak pengguna kendaraan yang tidak menyadari bahwa minyak rem bersifat higroskopis, yaitu mudah menyerap air dari udara. Akibatnya, titik didih minyak menurun dan sistem rem kehilangan tekanan saat suhu tinggi.

Pada bagian suspensi, Rudi menambahkan bahwa shock absorber bocor sering kali disebabkan oleh kebiasaan pengemudi yang melewati jalan rusak dengan kecepatan tinggi. Ia menegaskan bahwa shock absorber tidak didesain untuk menerima benturan keras secara berulang. Oleh karena itu, ia selalu menyarankan agar pelanggan melakukan servis suspensi setiap 15.000 km dan segera mengganti shock yang bocor, meskipun kendaraan masih bisa dikendarai.

Wawancara ini menunjukkan bahwa pengalaman lapangan sangat berharga dalam memahami penyebab kerusakan nyata dan pentingnya perawatan preventif.

11.3 Analisis Kasus Kerusakan Nyata

Salah satu kasus menarik terjadi pada mobil Toyota Avanza yang dibawa ke bengkel dengan keluhan “rem bergetar saat diinjak”. Setelah dilakukan pemeriksaan menyeluruh, teknisi menemukan bahwa cakram rem depan mengalami deformasi (warp) akibat panas berlebih yang timbul dari pengereman ekstrem di jalan menurun. Cakram yang tidak rata menyebabkan gaya gesek tidak seimbang, sehingga timbul getaran pada pedal rem. Solusi yang dilakukan adalah mengganti cakram rem depan dan kampas rem, kemudian dilakukan proses *bleeding* untuk memastikan tekanan hidrolik kembali normal.

Kasus lain ditemukan pada sepeda motor Honda Beat dengan keluhan “motor memantul berlebihan saat melewati jalan bergelombang”. Pemeriksaan menunjukkan adanya kebocoran oli

pada shock absorber belakang, menyebabkan hilangnya kemampuan redam kejut. Setelah penggantian shock absorber dan pengecekan ulang kekencangan baut, kendaraan kembali stabil.

Dari berbagai kasus yang terjadi di lapangan, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar kerusakan disebabkan oleh kurangnya perawatan berkala dan penggunaan kendaraan yang tidak sesuai anjuran pabrikan. Oleh karena itu, kesadaran pengguna untuk rutin melakukan servis merupakan kunci utama mencegah kerusakan serius.

11.5 Daftar Pustaka

Toyota Auto 2000. (2023). *Manual Servis Sistem Rem dan Suspensi*. Jakarta: PT Astra International Tbk.

Astra Honda Motor. (2022). *Pedoman Servis Berkala Sepeda Motor Honda*. Jakarta.

Bosch Automotive Handbook. (2021). *Practical Brake and Suspension Cases*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.

Yamaha Indonesia Motor Manufacturing. (2023). *Wawancara Teknis Servis Suspensi dan Rem*. Jakarta.

Daryanto. (2020). *Teknologi Dasar Otomotif*. Bandung: Alfabeta.

Widarto, S. (2021). *Teknik Otomotif: Diagnosa dan Perawatan Sistem Rem dan Suspensi*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.

BAB 12

INOVASI DAN TEKNOLOGI TERKINI PADA SISTEM REM DAN SUSPENSI

12.1 Teknologi Terbaru dari Pabrikan

Berbagai pabrikan otomotif dunia terus berinovasi dalam mengembangkan sistem rem dan suspensi agar semakin responsif, cerdas, dan adaptif terhadap kondisi jalan.

Honda, misalnya, telah mengembangkan teknologi “Combined Braking System (CBS)” dan “Anti-lock Braking System (ABS)” pada sepeda motor modernnya. CBS berfungsi membagi tekanan pengereman antara roda depan dan belakang agar kendaraan berhenti dengan stabil, sedangkan ABS mencegah roda terkunci saat pengereman mendadak, terutama di jalan licin. Selain itu, Honda juga memperkenalkan sistem Showa Dual Bending Valve (SDBV) pada suspensi depan beberapa model motor sport. Teknologi ini menggunakan katup ganda untuk menyesuaikan tekanan oli berdasarkan kecepatan gerak suspensi, sehingga menghasilkan kenyamanan berkendara yang lebih baik.

Yamaha juga menghadirkan inovasi di bidang suspensi dan pengereman, seperti Yamaha Smart Braking System (YSBS) dan Upside Down Fork (USD Suspension) yang kini banyak digunakan pada motor sport kelas menengah. Suspensi jenis ini memiliki karakter redaman yang lebih presisi dan stabilitas yang lebih tinggi saat menikung. Selain itu, Yamaha juga menerapkan Unified Brake System (UBS) pada motor skutik modern seperti Mio dan Aerox, yang berfungsi menyeimbangkan gaya pengereman roda depan dan belakang secara otomatis.

Sementara pada sektor mobil, Toyota dan Mazda telah mengembangkan sistem Electronic Parking Brake (EPB) serta Brake Hold Function yang dikendalikan sepenuhnya oleh ECU. Pengemudi tidak lagi perlu menarik tuas rem tangan secara manual karena sistem akan bekerja secara otomatis berdasarkan sinyal sensor pedal rem dan posisi transmisi. Selain itu, pabrikan Kawasaki dan Ducati telah memperkenalkan Semi-active

Electronic Suspension (SAES) yang mampu menyesuaikan kekakuan peredam secara real-time tergantung gaya berkendara, beban, dan kondisi jalan.

12.2 Integrasi dengan Sensor dan ECU Modern

Integrasi sistem rem dan suspensi dengan sensor dan ECU (Electronic Control Unit) merupakan salah satu kemajuan terbesar dalam dunia otomotif. Pada sistem rem modern, ECU menerima data dari berbagai sensor seperti sensor tekanan rem, sensor kecepatan roda, serta sensor gaya gravitasi (G-sensor). Data ini kemudian diproses untuk menentukan kapan sistem ABS, EBD (Electronic Brakeforce Distribution), atau TCS (Traction Control System) harus diaktifkan.

Sementara pada sistem suspensi, sensor gerak vertikal, sensor percepatan, dan sensor posisi kendaraan digunakan untuk mengatur kinerja suspensi aktif atau semi-aktif. ECU menganalisis data jalan secara real-time dan mengatur kekakuan shock absorber agar pengendaraan tetap stabil dan nyaman. Teknologi ini disebut Active Suspension System, yang pertama kali dikembangkan oleh Mercedes-Benz dan kini banyak diadopsi oleh pabrikan Jepang seperti Toyota dan Lexus.

Selain itu, perkembangan terbaru mencakup “Ride-by-Wire System” yang memungkinkan sistem pengereman dan suspensi dikendalikan sepenuhnya secara elektronik tanpa kabel mekanis. Sistem ini meningkatkan presisi respons kendaraan dan memungkinkan fitur keselamatan seperti Adaptive Cruise Control (ACC) dan Collision Mitigation Braking System (CMBS) bekerja secara otomatis.

12.3 Tren Global: Elektrifikasi dan Kendaraan Hybrid

Tren global industri otomotif saat ini mengarah pada elektrifikasi kendaraan (Electric Vehicle/EV) dan teknologi hybrid. Pada kendaraan listrik, sistem rem tidak hanya berfungsi untuk menghentikan laju kendaraan, tetapi juga untuk menghasilkan

energi listrik melalui sistem regeneratif (Regenerative Braking System). Ketika pengemudi menginjak rem, sebagian energi kinetik diubah menjadi energi listrik dan disimpan kembali ke baterai. Teknologi ini digunakan oleh pabrikan besar seperti Tesla, Nissan, dan Toyota untuk meningkatkan efisiensi energi.

Pada kendaraan hybrid seperti Toyota Prius atau Honda CR-Z, sistem pengereman dikendalikan oleh ECU yang mengatur keseimbangan antara rem mekanis dan regeneratif. Dengan cara ini, kendaraan tetap aman sekaligus hemat energi.

Sementara pada sistem suspensi, kendaraan listrik generasi terbaru menggunakan Adaptive Air Suspension yang dikontrol secara elektronik untuk menyesuaikan ketinggian kendaraan secara otomatis. Contohnya, mobil listrik Tesla Model S dan Audi e-tron mampu menaikkan atau menurunkan tinggi bodi berdasarkan kondisi jalan dan kecepatan.

Ke depan, tren sistem rem dan suspensi akan semakin terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) dan Artificial Intelligence (AI), di mana kendaraan dapat mendiagnosis kondisi sistemnya sendiri dan memberikan peringatan otomatis kepada pengemudi atau bengkel melalui koneksi nirkabel.

12.4 Daftar Rujukan

Honda Motor Co., Ltd. (2023). *Advanced Braking and Suspension Systems*. Tokyo: Honda Global.

Yamaha Motor Corporation. (2022). *Unified Brake and Smart Suspension System*. Iwata: Yamaha Technical Division.

Toyota Motor Corporation. (2023). *Electronic Control and Regenerative Braking Systems in Hybrid Vehicles*. Nagoya: Toyota Technical Center.

Bosch Automotive. (2021). *Modern Brake and Chassis Systems*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.

Tesla Motors. (2023). *Adaptive Air Suspension and Regenerative Braking Technology*. California: Tesla Inc.

Daryanto. (2020). *Teknologi Dasar Otomotif Modern*. Bandung: Alfabeta.

BAB 14

RANGKUMAN & EVALUASI KOMPETENSI

Ringkasan Poin Penting

Sistem rem dan suspensi merupakan dua komponen utama yang berperan penting dalam menjaga keamanan dan kenyamanan berkendara. Sistem rem berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan dengan cara mengubah energi gerak menjadi energi panas melalui gesekan, sedangkan sistem suspensi berfungsi menyerap getaran dari permukaan jalan agar kendaraan tetap stabil dan nyaman dikendarai. Keduanya bekerja secara bersamaan untuk menjaga keseimbangan, traksi ban, serta pengendalian motor saat berakselerasi, berbelok, atau melakukan pengereman.

Jenis sistem rem terbagi menjadi beberapa macam, yaitu rem mekanik, hidrolik, pneumatik, dan elektrik. Berdasarkan konstruksinya terdapat rem tromol dan rem cakram, sedangkan dari segi teknologi modern ada sistem ABS, EBD, dan Brake Assist yang membantu menjaga roda agar tidak terkunci saat pengereman mendadak. Komponen utama sistem rem meliputi master silinder, kaliper, kampas rem, piringan cakram, dan cairan rem (DOT fluid). Cara kerjanya mengikuti hukum Pascal, di mana tekanan dari tuas rem diteruskan melalui fluida menuju kaliper untuk menekan kampas rem ke cakram, menghasilkan gesekan yang memperlambat putaran roda.

Sementara itu, sistem suspensi berfungsi meredam kejutan dari jalan agar motor tetap stabil. Jenis suspensi dapat dibedakan menjadi suspensi rigid (non-independen) dan independen, serta berdasarkan media peredamnya seperti pegas spiral, pegas daun, torsion bar, atau udara bertekanan. Pada sistem modern, terdapat suspensi semi-aktif dan aktif yang dikendalikan secara elektronik untuk menyesuaikan kekakuan sesuai kondisi jalan. Komponen utama suspensi antara lain garpu depan, shock absorber, swing arm, pegas, dan oil seal. Prinsip kerjanya yaitu pegas menyerap energi benturan dan shock absorber meredam ayunan berlebih dengan mengubah energi gerak menjadi panas melalui aliran oli di dalam tabung.

Seiring perkembangan teknologi, sistem rem dan suspensi juga mengalami evolusi. Dulu motor hanya menggunakan rem sendok dan suspensi sederhana, namun kini telah berkembang menjadi rem cakram hidrolik dengan sistem ABS serta suspensi teleskopik dan monoshock yang lebih stabil. Teknologi modern seperti Brake-by-Wire, Cornering ABS, dan suspensi semi-aktif elektronik kini banyak digunakan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan berkendara. Sinergi antara sistem rem dan suspensi sangat penting karena suspensi menjaga agar roda tetap menempel di permukaan jalan sehingga rem dapat bekerja secara optimal.

Secara keseluruhan, sistem rem dan suspensi adalah bagian vital dari sepeda motor yang menentukan keselamatan, kestabilan, dan kenyamanan pengendara. Pemahaman tentang cara kerja, jenis, dan perkembangan teknologinya sangat penting bagi siswa atau teknisi otomotif agar mampu merawat serta mendiagnosis kerusakan dengan benar. Perkembangan menuju sistem elektronik dan adaptif menjadi bukti kemajuan teknologi kendaraan yang semakin cerdas dan aman bagi pengendara di masa depan.

Gambar praktikum

