UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
DAFTAR NOTASI xvii
INTISARI xxii

BAB I PENDAHULUAN
1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Perumusan Masalah 3
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah 4
1.4. Tujuan Perancangan 5
1.5. Manfaat Perancangan 6
1.6. Ruang Lingkup Pembahasan 6

BAB II DINAMIKA KENDARAAN
2.1. Gaya Traksi 10
2.2. Gaya Hambatan 11
2.2.1. Hambatan Tanjakan 12
2.2.2. Hambatan Gulung 13
2.2.3. Hambatan Udara 14
2.2.4. Hambatan Inersia 16

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3. Keseimbangan Gaya 17
2.4. Gaya Gesek 18
2.5. Karakteristik Mesin 20
2.6. Angka Transmisi 26
2.7. Karakteristik Gaya Traksi Dengan Kecepatan 31
2.8. Karakteristik Gaya Hambatan Dengan Kecepatan 35

BAB III KOPLING

3.1. Jenis-jenis Kopling 41
3.2. Konstruksi Kopling 42
3.2.1. Pelat Penekan (*Pressure Plate*) 43
3.2.2. Pelat Kopling (*Clutch Disc*) 44
3.2.3. Tuas-tuas Penekan (*Pressure Levers*) 44
3.2.4. Bantalan Pembebas (*Relase Bearing*) 45
3.3. Cara Kerja Kopling 45
3.3.1. Saat Kopling dihubungkan 45
3.3.2. Saat Kopling Dibebaskan 46
3.4. Perancangan Kopling 47
3.4.1. Perancangan Pelat Gesek (*Friction Disc*) 47
3.4.2. Perancangan Pegas Tekan 52
3.4.3. Perancangan Pelat Penekan 57
3.4.4. Perancangan *Spline* 59
3.5. Sistem Penggerak Kopling 61

BAB IV TRANSMISI

4.1. Dimensi Roda Gigi 69
4.2. Kecepatan Keliling 79
4.3. Perhitungan Kapasitas Beban Roda Gigi 81
4.3.1. Kemampuan Roda Gigi Menahan Lentur 81
4.3.2. Kemampuan Roda Gigi Menahan Aus 85
4.3.3. Kemampuan Roda Gigi Menahan Beban Dinamis 87

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.4. Gaya Tangensial 89
4.5. Gaya Radial dan Gaya Aksial 90
4.6. Lebar Roda Gigi 92
4.7. Perencanaan Poros 98
4.8. Perencanaan *Splines* 113
4.9. Pemilihan Bantalan 115
4.9.1. Faktor Kecepatan 115
4.9.2. Faktor Umur 116
4.9.3. Umur Nominal 116

BAB V *PROPELLER SHAFT*
5.1. *Slip Joint* 124
5.2. *Universal Joint* 124
5.3. *Propeller Shaft* 126

BAB VI *DIFFERENTIAL*
6.1. Konstruksi *Differential* 130
6.2. Mekanisme Kerja *Differential* 131
6.3. Perhitungan Roda Gigi 132
6.3.1. Dimensi Roda Gigi 133
6.3.2. Dinamika Roda Gigi 139
6.3.3. Gaya Pada Roda Gigi 140
6.4. Perhitungan Kapasitas Beban Roda Gigi 142
6.4.1. Kemampuan Roda Gigi Menahan Lentur 142
6.4.2. Kemampuan Roda Gigi Menahan Aus 146
6.4.3. Kemampuan Roda Gigi Menahan Beban Dinamis 148
6.5. Lebar Roda Gigi 150
6.6. Perencanaan Poros 153
6.6.1. Perhitungan Diameter Poros *Pinion Gear* 154
6.6.2. Perhitungan Diameter Poros Roda 159
6.6.3. Perhitungan Diameter Poros *Differential* Pinion 160

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6.7. Perhitungan Baut Untuk *Ring Gear* 161
6.8. Perencanaan *Splines* 162
6.9. Pemilihan Bantalan 163

BAB VII EFISIENSI DAN PELUMASAN

7.1. Efisiensi 166
7.1.1. Rugi Daya Karena Hubungan Roda Gigi 166
7.1.2. Rugi Daya Karena *Churning Oil* 168
7.1.3. Rugi Daya Karena Gesekan Bantalan 170
7.2. Pelumasan 172

BAB VIII SUSPENSI

8.1. Konstruksi Pegas Daun 177
8.2. Pemilihan Bahan Pegas 182
8.3. Perancangan Pegas Bagian Depan 182
8.3.1. Menentukan P_{wf} 183
8.3.2. Menentukan P_{brf} 184
8.3.3. Menentukan P_{sff} 187
8.3.4. Menentukan Defleksi, Tegangan, dan Gaya Pada Pegas 191
8.3.5. Analisa Terhadap Pengaruh Torsi Pada Pegas Daun 197
8.3.6. Pengaruh Gaya Horisontal Terhadap Pegas Utama 199
8.3.7. Pengaruh Gaya Lateral Pada pegas Utama 203
8.4. Perancangan Pegas Bagian Belakang 204
8.4.1. Menentukan P_{wrr} 205
8.3.2. Menentukan P_{brr} 205
8.3.3. Menentukan P_{sfr} 207
8.3.4. Menentukan Defleksi, Tegangan, dan Gaya 209
8.3.5. Analisa Terhadap Pengaruh Torsi 213
8.3.6. Pengaruh Gaya Horisontal Terhadap Pegas Utama 214
8.3.7. Analisa Terhadap Pengaruh P_{trr} Pada Pegas Utama 217
8.4.8. Pengaruh P_{sfr2} Pada Arah Lateral Terhadap Pegas Utama 218

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

8.5. Respon Kendaraan Terhadap Getaran 219

8.6. Peredam Kejut 224

BAB IX PENUTUP 227

DAFTAR PUSTAKA 229

LAMPIRAN 230

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Contoh kendaraan bus 3
Gambar 1.2. Bagian-bagian *drive train* 5
Gambar 2.1. Komponen gaya berat saat bus mendaki 13
Gambar 2.2. Kurva karakteristik daya terhadap putaran mesin 21
Gambar 2.3. Kurva karakteristik torsi terhadap putaran mesin 21
Gambar 2.4. Perbandingan kurva daya vs putaran 25
Gambar 2.5. Perbandingan kurva torsi vs putaran 25
Gambar 2.6. Potongan ban dan velg 26
Gambar 2.7. Gaya traksi dan gaya hambatan vs kecepatan pada jalan datar 38
Gambar 2.8. Gaya traksi dan gaya hambatan vs kecepatan pada tanjakan 39
Gambar 3.1. Konstruksi kopling 43
Gambar 3.2. Pelat kopling/*clutch disc* 44
Gambar 3.3. Mekanisme kerja kopling 46
Gambar 3.4. Macam-macam *spline* 59
Gambar 3.5. *Spline* 61
Gambar 3.6. Sistem gerak kopling hidraulis-pneumatis 62
Gambar 3.7. Mekanisme sistem penggerak kopling hidraulis-pneumatis 64
Gambar 3.8. Bagian clutch *master-cylinder* 64
Gambar 3.9. Bagian clutch *slave-cylinder* 65
Gambar 4.1. Transmisi enam tingkat kecepatan 67
Gambar 4.2. Gaya-gaya pada roda gigi miring 75
Gambar 4.3. Reaksi pada poros akibat gaya tangensial 100
Gambar 4.4. BMD poros ABC akibat gaya tangensial 101
Gambar 4.5. BMD poros DEF akibat gaya tangensial 102
Gambar 4.6. BMD poros GH akibat gaya tangensial 103
Gambar 4.7. Reaksi pada poros akibat gaya radial 104
Gambar 4.8. BMD poros ABC akibat gaya radial 105
Gambar 4.9. BMD poros DEF akibat gaya radial 106

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.10. BMD poros GH akibat gaya radial 107
Gambar 4.11. Reaksi pada poros akibat gaya aksial 108
Gambar 4.12. *Spline* 114
Gambar 5.1. *Drive line* pada bus 122
Gambar 5.2. *Slip joint* dan *universal joint* 123
Gambar 5.3. *Spider* 125
Gambar 6.1. *Differential* 130
Gambar 6.2. Konstruksi *differential* 131
Gambar 6.3. Ukuran-ukuran utama roda gigi kerucut 132
Gambar 6.4. Gaya-gaya pada roda gigi kerucut 142
Gambar 6.5. *Differential assembly* 154
Gambar 6.6. Gaya reaksi pada *pinion shaft* akibat gaya tangensial 155
Gambar 6.7. BMD pada *pinion shaft* akibat gaya tangensial 155
Gambar 6.8. Struktur *side gear* pada poros roda 156
Gambar 8.1. Skema sistem suspensi 176
Gambar 8.2. Bagian suspensi *semi elliptic leaf spring* 178
Gambar 8.3. Konstruksi *shackle* 179
Gambar 8.4. Tipe *spring-eyes* 180
Gambar 8.5. Gaya berat kendaraan dan gaya pengereman roda depan 183
Gambar 8.6. Gaya-gaya reaksi akibat gaya pengereman 185
Gambar 8.7. Gaya-gaya reaksi akibat gaya sentrifugal 188
Gambar 8.8. Skema-skema pada ujung pegas 200
Gambar 8.9. Skema gaya-gaya lateral pada pegas 203
Gambar 8.10. Reaksi pegas akibat gaya traksi 205
Gambar 8.11. Skema gaya-gaya pada ujung pegas 214
Gambar 8.12. Pengaruh P_1 dan P_{tr} pada pegas utama 217
Gambar 8.13. Pengaruh P_{sf1} terhadap pegas utama 218
Gambar 8.14. Sistem suspensi kendaraan saat melaju 219
Gambar 8.15. *Free-body diagram* 220
Gambar 8.16. Konstruksi sederhana *shock absorber* 225
Gambar 8.17. *Shock absorber action* 226

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Daya dan torsi mesin pada putaran tertentu 24
Tabel 2.2. Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 1 32
Tabel 2.3. Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 2 32
Tabel 2.4. Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 3 33
Tabel 2.5. Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 4 34
Tabel 2.6. Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 5 34
Tabel 2.7. Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 6 35
Tabel 2.8. Gaya-gaya hambatan pada kecepatan tertentu 37
Tabel 4.1. Angka transmisi tiap tingkat kecepatan 69
Tabel 4.2. Spesifikasi pasangan roda gigi utama 94
Tabel 4.3. Spesifikasi pasangan roda gigi 1 95
Tabel 4.4. Spesifikasi pasangan roda gigi 2 95
Tabel 4.5. Spesifikasi pasangan roda gigi 3 96
Tabel 4.6. Spesifikasi pasangan roda gigi 4 97
Tabel 4.7. Spesifikasi pasangan roda gigi 6 97
Tabel 4.8. Spesifikasi pasangan roda gigi mundur 98
Tabel 6.1. Spesifikasi pasangan *pinion gear* dan *ring gear* 152
Tabel 6.2. Spesifikasi pasangan *differential pinion* dan *side gear* 153
Tabel 8.1. Jumlah pangkat tiga tebal pegas depan 193
Tabel 8.2. Panjang dan tebal dari masing-masing pelat 194
Tabel 8.3. Jumlah pangkat tiga tebal pegas belakang 210
Tabel 8.4. Panjang dan tebal dari masing-masing pelat 211

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi teknis
Lampiran 2 Efisiensi transmisi
Lampiran 3 Koefisien hambatan gulung
Lampiran 4 Koefisien hambatan udara
Lampiran 5 Percepatan maksimum
Lampiran 6 Koefisien gesek
Lampiran 7 Bahan roda gigi
Lampiran 8 *Load stress factor*
Lampiran 9 Faktor Lewis
Lampiran 10 *Tooth-to-tooth spacing and profile errors*
Lampiran 11 Bahan poros
Lampiran 12 Faktor momen lengkung dan puntir
Lampiran 13 Bantalan (65-80 mm)
Lampiran 14 Bantalan (80-90 mm)
Lampiran 15 Bantalan (95-110 mm)
Lampiran 16 Bantalan *paires*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI

δ = defleksi yang dialami oleh pegas (cm)

φ = koefisien gesek

σ = tegangan lentur yang diijinkan (MPa)

ψ = sudut kemiringan roda gigi (^{o})

τ = tegangan geser yang dialami pelat penekan (kg/cm^2)

ψ = sudut spiral roda gigi (^{o})

ρ = massa jenis udara ($\approx$1,2 kg/m^3)

α = sudut tanjakan (^{o})

δ = sudut kerucut (^{o})

ϕ = sudut tekan (^{o})

δ_1 = sudut kerucut jarak bagi *pinion* (^{o})

δ_2 = sudut kerucut jarak bagi *gear* (^{o})

τ_a = tegangan geser yang diijinkan (kg/mm^2)

σ_B = kekuatan tarik bahan pelat penekan (kg/mm^2)

θ_f = sudut kaki (^{o})

τ_{ijin} = tegangan gesar maksimum yang diijinkan (kg/cm^2)

θ_k = sudut kepala (^{o})

ϕ_n = sudut tekan normal roda gigi (^{o})

θ_p = sudut puntir yang diijinkan untuk poros (^{o})

τ_p = tegangan geser yang diijinkan (kg/mm^2)

δ_{pg} = sudut kerucut jarak bagi *pinon* (^{o})

δ_{rot} = koefisien untuk mengatasi bagian yang berputar

η_{tr} = efisiensi transmisi

ϕ = sudut tekan tangensial (^{o})

δ = defleksi (in)

δ_{max} = defleksi maksimum pegas (inchi)

δ_{rot} = koefisien untuk mengatasi bagian yang berputar

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

θ = sudut kemiringan jalan (^{o})

μ = koefisien gesek/adhesi

σ_{max} = tegangan maksimum pegas (psi)

σ_{nip} = tegangan *nipping* (psi)

Σt^3 = jumlah pangkat tiga dari tebal pegas (in^3)

A = luas permukaan bidang gesek (cm^2)

a = percepatan kendaraan (m/s^2)

A_f = luas frontal kendaraan (m^2)

B = jarak ban kiri dengan kanan (m)

b = lebar roda gigi (mm)

B_a = lebar kendaraan (m)

C = *spring index*

C_D = koefisien hambatan udara

C_m = faktor momen lengkung, nilainya diambil

C_t = faktor momen puntir nilainya diambil

D = diameter pelat penekan (m)

d = diameter (mm)

d_1 = diameter lingkaran jarak bagi roda gigi *pinion* (mm)

d_f = diameter kaki (mm)

d_{gI} = diameter *gear* roda gigi I (mm)

d_h = diameter kepala (mm)

d_{pI} = diameter *pinion* roda gigi I (mm)

d_s = diameter poros (cm)

D_w = diameter roda (m)

E = modulus elastisitas bahan (psi)

e = *tooth-to-tooth spacing and profile errors* (mm)

F = gaya aksial (N)

f = koefisien gesek

F_a = gaya aksial (N)

F_b = beban lentur/*bending* (N)

F_{br} = gaya pengereman total (kg)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

F_{brf} = gaya pengereman pada kedua roda depan (kg)

F_d = Beban dinamis (N)

f_h = faktor umur

f_n = faktor kecepatan

F_N = beban yang dialami tiap pegas (kg)

F_r = gaya radial (N)

f_r = koefisien hambatan gulung

f_R = koefisien hambatan gulung rata-rata

F_t = gaya tangensial (N)

F_w = beban aus (N)

G = modulus geser bahan (kg/cm^2)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi *center of gravity* (mm)

H_a = tinggi kendaraan (m)

h_a = tinggi gaya hambat udara dari permukaan jalan (m)

i = angka transmisi

i_{pgI} = angka transmisi *pinion* dan *gear* gigi I

$I_{tr\,n}$ = Angka transmisi ke-n

j = jumlah bagian permukaan yang bergesekan

K = *load stress factor* (MPa)

K = *spring rate* (lb/in)

K_{bf} = koefisien pengereman ban depan

Kg = faktor pengali angka transmisi

K_t = faktor koreksi torsi

l = setengah panjang pelat (inchi)

L = *wheelbase*/jarak sumbu roda (mm)

L_2 = jarak *center of gravity* ke sumbu roda belakang (mm)

L_h = umur nominal (jam)

L_X = jarak pijak roda depan (m)

M = momen lengkung maksimum (kg.mm)

m = modul (mm)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

m = massa kendaraan (kg)

M_1 = momen lengkung akibat gaya radial dan gaya aksial (N.mm)

N = Daya (kW)

n = Putaran (rpm)

n_1 = putaran *pinion* (rpm)

n_a = jumlah gulungan yang aktif

N_e = daya mesin pada putaran tertentu (kW)

n_e = putaran mesin (rpm)

$N_{e,max}$ = daya maksimum mesin (kW)

$n_{e,max}$ = putaran mesin saat daya maksimum (rpm)

n_g = putaran *gear* (rpm)

n_i = jumlah gigi dari transmisi (tingkat kecepatan)

n_t = jumlah pelat pegas

n_w = putaran roda (rpm)

p = *circular pitch* (mm)

P = daya yang ditransmisikan (kW)

P_a = tekanan permukaan yang diijinkan (kg/cm^2)

P_{air} = hambatan udara (N)

P_f = gaya gesek antara ban dengan jalan (N)

P_g = hambatan tanjakan (N)

P_{in} = hambatan inersia (N)

P_r = hambatan gulung (N)

P_{sf2} = komponen gaya sentrifugal ketika berbelok (kg)

P_t = gaya traksi (N)

R = sisi kerucut (mm)

R = panjang lengan *spider* (mm)

R_a = gaya hambat udara (kg)

r_i = jari-jari dalam pelat gesek (cm)

r_m = jari-jari rata-rata (cm)

r_o = jari-jari luar pelat gesek (cm)

r_{op} = jari-jari lingkaran jarak bagi *pinion* (mm)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Ulang Drive Train Dan Suspensi Bus Cyclone Genesia Mercy OH-1525
Haryanto Purba, Ir. I Made Suardjaja, M.Sc., Ph,.D.
Universitas Gadjah Mada, 2005 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

r_p = jari-jari *pinion* ke tengah lebar gigi (mm)

R_w = jari-jari roda penggerak (m)

S = jarak antar poros (mm)

SF_1 = faktor keamanan bahan

SF_2 = faktor keamanan konsentrasi tegangan

S_v = tebal keausan kampas kopling (cm)

t = tebal pelat penekan (cm)

T = Torsi (N.m)

t = tebal pegas utama (inchi)

T_e = torsi mesin (N.m)

TR = *torque ratio*

T_t = torsi roda penggerak (N.m)

v = kecepatan keliling (m/s)

V_v = volume keausan kampas kopling (cm^2)

v_v = kecepatan kendaraan (m/s)

W = berat total kendaraan (kg)

W_C = gaya vertikal total yang ditumpu pada *center* pegas (lb)

W_f = beban vertikal / gaya normal pada gandar depan (kg)

W_{fl} = reaksi akibat gaya sentrifugal (kg)

W_R = beban pada roda penggerak (N)

W_{sp} = *sprung weight*

W_{us} = *unsprung weight*

Y = Faktor Lewis

Z = jumlah gigi

Z' = jumlah gigi formatif

Z_1 = jumlah gigi *pinion*

Z_2 = jumlah gigi aktual *gear*

Z_{gI} = jumlah gigi *gear* tingkat kecepatan I

Z_p = jumlah gigi pada *gear*

Z_p = jumlah gigi *pinion*

Z_{pI} = jumlah gigi *pinion* tingkat kecepatan I