

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR NOTASI	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Sejarah Volkswagen Type I	2
1.3. Perumusan Masalah	3
1.4. Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.5. Tujuan Perancangan	4
1.6. Manfaat Perancangan	4
1.7. Ruang Lingkup Pembahasan	5

BAB II DINAMIKA KENDARAAN

2.1. Gaya Traksi	9
2.2. Gaya Hambatan	10
2.2.1. Hambatan Tanjakan	11
2.2.2. Hambatan Gulung	12

2.2.3. Hambatan Udara	14
2.2.4. Hambatan Inersia	16
2.3. Keseimbangan Gaya	16
2.4. Gaya Gesek	18
2.5. Karakteristik Mesin	19
2.6. Angka Transmisi	24
2.7. Karakteristik Gaya Traksi dengan Kecepatan	29
2.8. Karakteristik Gaya Hambatan dengan Kecepatan	34

BAB III KOPLING PLAT (*CLUTCH*)

3.1. Jenis <i>Clutch</i>	39
3.2. Konstruksi <i>Clutch</i>	40
3.2.1. Pelat Gesek (<i>Friction Disk</i>)	41
3.2.2. Pelat Penekan	42
3.2.3. Pegas <i>Clutch</i>	42
3.2.4. Bantalan Pembebas	43
3.2.5. <i>Release Lever</i>	43
3.2.6. <i>Clutch Cover</i>	43
3.3. Cara Kerja <i>Clutch</i>	43
3.4. Sistem Penggerak <i>Clutch</i>	45
3.5. Perhitungan Dimensi <i>Clutch</i>	45
3.5.1. Pehitungan Plat Gesek	45
3.5.2. Perhitungan Pegas <i>Clutch</i>	49
3.5.3. Perhitungan Plat Penekan	51

BAB IV TRANSMISI

4.1. Sistem Transmisi Roda Gigi	54
4.1.1. Komponen Transmisi Roda Gigi	55
4.1.2. Mekanisme Pemindahan Gigi	57
4.1.3. Perhitungan Dimensi Roda Gigi Maju	62
4.1.4. Perhitungan Gaya Pada Roda Gigi Maju	70

4.1.5.	Perhitungan Beban Roda Gigi Maju	72
4.1.6.	Perhitungan Dimensi Roda Gigi Mundur	78
4.1.7.	Perencanaan <i>Final Gear</i>	71
4.2.	<i>Differential</i>	84
4.2.1.	Komponen <i>Differential</i>	84
4.2.2.	Cara kerja <i>Differential</i>	85
4.2.3.	Perbandingan Putaran <i>Differential Sise Gear</i>	86
4.2.4.	Perhitungan Dimensi Roda Gigi	87
4.2.5.	Perhitungan Gaya Roda Gigi	95
4.3.	Perencanaan Poros	101
4.3.1.	Poros <i>Input</i>	101
4.3.2.	Poros <i>Output</i>	110
4.3.3.	Poros <i>Idler</i>	117
4.3.4.	Poros <i>Differential</i>	119
4.3.	Perencanaan Bantalan	120
4.4.	Perencanaan <i>Spline, Synchronizer</i> dan Baut	130
4.4.1.	<i>Spline</i>	130
4.4.2.	<i>Synchronizer</i>	131
4.4.3.	Baut Rumah <i>Differential</i>	134
4.5.	Sistem Pelumasan	135
 BAB V DRIVE AXLE		
5.1.	Komponen <i>Drive Axle</i>	137
5.2.	Perhitungan Dimensi Poros	138
5.3.	Perencanaan <i>CV Joint</i>	140
 BAB VI EFISIENSI DAN KARAKTERISTIK KENDARAAN		
6.1.	Efisiensi Kendaraan	143
6.2.	Karakteristik Kendaraan	147



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN ULANG SISTEM TRANSMISI VOLKSWAGEN BEETLE 1302 TAHUN 1972
Dian Yudhanto Perbowo, Ir. Sunardjo, M.T
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

BAB VII PENUTUP	155
DAFTAR PUSTAKA	157
LAMPIRAN	158

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Volkswagen Beetle 1302	2
Gambar 1.2.	<i>Power Train</i> kendaraan penggerak roda belakang	4
Gambar 2.1.	Komponen gaya berat saat kendaraan mendaki	11
Gambar 2.2.	Kurva daya vs putaran	23
Gambar 2.3.	Kurva torsi vs putaran	24
Gambar 2.4.	Grafik gaya traksi dan hambatan terhadap kecepatan pada jalan datar	37
Gambar 2.5.	Grafik gaya traksi dan hambatan terhadap kecepatan pada jalan datar	38
Gambar 3.1.	Susunan <i>clutch</i>	40
Gambar 3.2.	Plat gesek	41
Gambar 3.3.	Pegas diafragma	43
Gambar 3.4.	Dimensi pegas diafragma	49
Gambar 4.1.	Susunan <i>transaxle</i> (VW Manual)	54
Gambar 4.2.	Roda gigi pada <i>transaxle</i>	55
Gambar 4.3.	Komponen <i>synchronizer</i>	56
Gambar 4.4.	Cara kerja <i>synchronizer</i> pada posisi netral	58
Gambar 4.5.	Cara kerja <i>synchronizer</i> pada gigi maju	59
Gambar 4.6.	Kecepatan gigi 1	59
Gambar 4.7.	Kecepatan gigi 2	60
Gambar 4.8.	Kecepatan gigi 3	60
Gambar 4.9.	Kecepatan gigi 4	61
Gambar 4.10.	Kecepatan gigi mundur	61
Gambar 4.11.	Komponen gaya pada roda gigi miring	70
Gambar 4.12.	Radius putaran ban saat belokan minimum	86
Gambar 4.13.	Dimensi roda gigi kerucut	88
Gambar 4.14.	Beban pada poros akibat gaya tangensial	102
Gambar 4.15.	BMD akibat gaya tangensial pada tingkat kecepatan 1	112



Gambar 4.16.	BMD akibat gaya tangensial pada tingkat kecepatan 2	112
Gambar 4.17.	BMD akibat gaya tangensial pada tingkat kecepatan 3	112
Gambar 4.18.	BMD akibat gaya tangensial pada tingkat kecepatan 4	113
Gambar 4.19.	BMD akibat gaya tangensial pada gigi mundur	113
Gambar 4.20.	BMD akibat gaya radial pada gigi 1	113
Gambar 4.21.	BMD akibat gaya radial pada gigi 2	113
Gambar 4.22.	BMD akibat gaya radial pada gigi 3	114
Gambar 4.23.	BMD akibat gaya radial pada gigi 4	114
Gambar 4.24.	BMD akibat gaya radial pada gigi mundur	114
Gambar 4.25.	Kontruksi roda gigi <i>idler</i>	117
Gambar 4.26.	BMD akibat gaya tangensial pada poros <i>idler</i>	118
Gambar 4.27.	BMD akibat gaya radial pada poros <i>idler</i>	118
Gambar 4.28.	Konstruksi <i>Stradle mounted bearing</i>	121
Gambar 4.29.	Konstruksi <i>overhung bearing</i>	122
Gambar 4.30.	Dimensi pada <i>spline</i>	130
Gambar 5.1.	Konstruksi <i>drive axle</i>	137
Gambar 5.2.	Komponen RZEPPA <i>CV joint</i>	137
Gambar 6.1.	Grafik hubungan gaya traksi dan hambatan pada jalan lurus	153
Gambar 6.2.	Grafik hubungan gaya traksi dan hambatan pada tanjakan maksimal	154

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Daya dan torsi mesun pada putaran tertentu dari persamaan 2-10	22
Tabel 2.2.	Kecepatan maksimum tiap tingkat kecepatan	29
Tabel 2.3.	Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 1	30
Tabel 2.4.	Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 2	31
Tabel 2.5.	Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 3	32
Tabel 2.6.	Gaya traksi dan kecepatan pada gigi 4	33
Tabel 2.7.	Gaya-gaya hambatan pada kecepatan tertentu	35
Tabel 4.1.	Dimensi roda gigi maju	67
Tabel 4.2.	Jumlah gigi formative roda gigi maju	69
Tabel 4.3.	Gaya-gaya pada roda gigi maju	72
Tabel 4.4.	Beban lentur roda gigi maju	74
Tabel 4.5.	Beban keausan roda gigi maju	76
Tabel 4.6.	Kecepatan keliling roda gigi maju	77
Tabel 4.7.	Beban dinamis roda gigi maju	78
Tabel 4.8.	Beban roda gigi maju	78
Tabel 4.9.	Diameter kepala dan diameter kaki gigi mundur	80
Tabel 4.10.	Tabel reaksi bantalan poros <i>input</i> akibat gaya tangensial untuk Setiap tingkat kecepatan	103
Tabel 4.11.	Tabel reaksi bantalan poros <i>input</i> akibat gaya radial untuk setiap tingkat kecepatan	103
Tabel 4.12.	Tabel reaksi bantalan poros <i>input</i> akibat gaya aksial untuk setiap tingkat kecepatan	104
Tabel 4.13.	Tabel momen lengkung poros <i>input</i> untuk setiap tingkat kecepatan	104
Tabel 4.14.	Tabel momen reduksi poros <i>input</i>	104
Tabel 4.15.	Tabel berat roda gigi	108
Tabel 4.16.	Tabel putaran kritis	108

Tabel 4.17.	Tabel beban lentur, keausan dan dinamis	109
Tabel 4.18.	Gaya tangensial, radial dan aksial pada pinion diferensial Untuk setiap tingkat kecepatan	110
Tabel 4.19.	Tabel reaksi bantalan poros <i>output</i> akibat gaya tangensial Untuk setiap tingkat kecepatan	110
Tabel 4.20.	Tabel reaksi bantalan poros <i>output</i> akibat gaya radial untuk setiap tingkat kecepatan	111
Tabel 4.21.	Tabel reaksi bantalan poros <i>output</i> akibat gaya aksial untuk setiap tingkat kecepatan	111
Tabel 4.22.	Momen reduksi poros <i>output</i> untuk setiap tingkat kecepatan	114
Tabel 4.23.	Tabel berat roda gigi	116
Tabel 4.24.	Tabel putaran kritis	116
Tabel 4.25.	Putaran poros <i>output</i> untuk masing-masing tingkat kecepatan	123
Tabel 4.26.	Gaya resultan bantalan A untuk setiap tingkat kecepatan	124
Tabel 4.27.	Beban ekuivalen, dan daya dukung dinamis bantalan A	124
Tabel 4.28.	Jenis, dimensi dan daya dukung dinamis bantalan A	124
Tabel 4.29.	Beban ekuivalen, dan daya dukung dinamis bantalan B	125
Tabel 4.30.	Jenis, dimensi dan daya dukung dinamis bantalan B	125
Tabel 4.31.	Beban ekuivalen, dan daya dukung dinamis bantalan C	125
Tabel 4.32.	Jenis, dimensi dan daya dukung dinamis bantalan C	126
Tabel 4.33.	Beban ekuivalen, dan daya dukung dinamis bantalan D	126
Tabel 4.34.	Jenis, dimensi dan daya dukung dinamis bantalan D	126
Tabel 4.35.	Jenis, dimensi dan daya dukung dinamis untuk bantalan E, F	127
Tabel 4.36.	Gaya reduksi roda gigi	105
Tabel 4.37.	Beban ekuivalen, daya dukung dinamis bantalan roda gigi	128
Tabel 4.38.	Jenis, dimensi dan daya dukung dinamis bantalan roda gigi	128
Tabel 4.39.	Beban ekuivalen, dan daya dukung dinamis	129
Tabel 4.40.	Jenis, dimensi dan daya dukung dinamis	130
Tabel 4.41.	Ukuran utama <i>spline</i>	131
Tabel 6.1.	Rugi daya akibat hubungan roda gigi	143
Tabel 6.2.	Rugi daya pada bantalan A	144



Tabel.6.3.	Rugi daya pada bantalan B	145
Tabel 6.4.	Rugi daya pada bantalan C	145
Tabel 6.5.	Rugi daya pada bantalan D	145
Tabel.6.6.	Rugi daya pada bantalan E	145
Tabel.6.7.	Rugi daya pada bantalan F	145
Tabel 6.8.	Rugi daya pada bantalan G	146
Tabel 6.9.	Rugi daya pada bantalan H	146
Tabel.6.10.	Rugi daya pada bantalan I	146
Tabel.6.11.	Rugi daya akibat <i>oil churning</i>	147
Tabel 6.12.	Gaya traksi dan kecepatan pada gigi I	148
Tabel 6.13.	Gaya traksi dan kecepatan pada gigi II	149
Tabel.6.14.	Gaya traksi dan kecepatan pada gigi III	150
Tabel.6.15.	Gaya traksi dan kecepatan pada gigi IV	151
Tabel.6.16.	Hambatan kendaraan untuk kecepatan tertentu	152

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Efisiensi transmisi	158
Lampiran 2	Karakteristik Plat Gesek	158
Lampiran 3	Karakteristik permukaan gesek plat gesek	159
Lampiran 4	Ukuran standar <i>spline</i>	159
Lampiran 5	Diameter standar kawat baja keras dan musik	160
Lampiran 6	Sifat Mekanis Baja Pegas	160
Lampiran 7	Baja paduan untuk poros	161
Lampiran 8	Error pada roda gigi	161
Lampiran 9	Koefisien hambatan gulung	162
Lampiran 10	Bantalan kerucut	163
Lampiran 11	Bantalan silinder	164

DAFTAR NOTASI

α	= sudut tanjakan jalan
α'	= Sudut <i>cone</i>
β	= sudut <i>helix</i>
β	= sudut helix
ε	= faktor <i>overlap</i>
σ_a	= tegangan lentur bahan yang diijinkan
σ_b	= kekuatan tarik bahan
σ_{es}	= <i>surface endurance limit</i>
τ	= tegangan geser
τ_b	= tegangan geser bahan yang diijinkan
τ_r	= <i>range stress</i>
τ_{av}	= <i>average stress</i>
τ_{yp}	= <i>yield point stress</i>
τ_{bola}	= tegangan yang terjadi pada bola
ψ_p	= Sudut kerucut jarak bagi pada <i>pinion</i>
ψ_g	= Sudut kerucut jarak bagi <i>side gear</i>
δ_{rot}	= koefisien rotasi
δ_{pgs}	= defleksi pada pegas
λ_t	= Faktor deformasi ban
λ_b	= faktor pengali tegangan
θ_i	= sudut puntir poros yang diijinkan
θ_p	= sudut puntir poro
θ_{kp}	= sudut kepala <i>pinion</i>
θ_{kg}	= sudut kepala <i>side gear</i>
θ_{fp}	= sudut kaki <i>pinion</i>
θ_{fg}	= sudut kaki <i>side gear</i>
μ_r	= koefisien gesek jalan(adhesi)
φ	= Sudut tekan normal

φ_t	= Sudut tekan tangensial
γ	= masa jenis bahan
ρ	= massa jenis udara
μ_c	= koefisien gesek plat gesek
η_{tr}	= efisiensi transmisi
ν	= viskositas minyak pelumas
a_p	= jarak antar poros
a	= percepatan kendaraan
A_c	= luas bidang gesek plat gesek
A_{bola}	= luas bola yang mengalami gaya geser
b	= lebar gigi
b_c	= lebar plat gesek
b_{pc}	= tebal plat penekan
B_a	= Lebar kendaraan
B_t	= tinggi ban
c_k	= kelonggaran puncak
c_p	= kelonggaran kepala
c_{pgs}	= <i>indeks pegas</i>
C	= faktor dinamis
C_d	= koefisien hambatan udara
C_m	= faktor momen lengkung
C_t	= faktor momen puntir
C_{din}	= kemampuan dukung dinamis bantalan
d	= diameter lingkaran jarak bagi (mm)
d_p	= diameter jarak bagi <i>pinion</i> (m)
d_s	= diameter poros
d_i	= diameter dalam poros
d_{ic}	= diameter dalam plat gesek
d_{is}	= diameter dalam <i>spline</i>
d_{bt}	= diameter baut (mm)
d_f	= diameter kaki

d_h	= diameter kepala
d_o	= diameter luar poros
d_{oc}	= diameter luar plat gesek
d_{os}	= diameter luar <i>spline</i>
d_{pc}	= diameter rata-rata plat penekan
d_{rc}	= diameter rata-rata plat gesek
d_{pgs}	= diameter kawat pegas <i>clutch</i>
d_{bola}	= diameter bola
D_{pgs}	= diameter penampang pegas <i>clutch</i> (cm)
D_r	= diameter pelek roda (mm)
D_{bt}	= diameter pusat baut (mm)
D_{sy}	= Diameter jarak bagi involute <i>spline</i>
e	= <i>error</i> pada roda gigi
E_p, E_g	= modulus young untuk <i>pinion</i> dan <i>gear</i>
f_g	= koefisien hambatan gulung
F_a	= gaya aksial
F_c	= Gaya aksial pada plat gesek
F_r	= gaya radial
F_t	= gaya tangensial
F_{tp}	= gaya tangensial pada plat penekan
F_{1red}	= resultan gaya pada bantalan 1
F_{2red}	= resultan gaya pada bantalan 2
F_{bola}	= gaya tangensial yang dialami bola (kg)
F_{pgs}	= gaya aksial yang dialami pegas <i>clutch</i>
F_{udara}	= proyeksi luasan depan kendaraan (m^2)
F_{rpgs}	= <i>Range load</i> pegas
g	= percepatan gravitasi
G	= modulus geser bahan
h_{sp}	= tinggi <i>spline</i> (mm)
h_a	= tinggi kepala gigi
h_f	= tinggi kaki gigi

H_a	= Tinggi kendaraan
i	= Angka transmisi
j	= Jumlah permukaan gesek
k_{pgs}	= faktor koreksi pada pegas <i>clutch</i>
K_c	= Faktor <i>Walsh</i>
K_d	= faktor yang tergantung dari bentuk roda gigi
K_g	= faktor pengali angka transmisi
K_s	= <i>service faktor</i>
K_t	= faktor koreksi torsi
K_w	= <i>load stress factor</i>
l	= <i>Clearance</i> untuk permukaan gesek <i>clutch</i>
L	= Jarak antar bantalan
L_A	= jarak roda gigi dari bantalan A
L_B	= jarak roda gigi dari bantalan B
L_c	= Panjang langkah plat gesek
L_s	= panjang <i>spline</i> (mm)
L_{AB}	= jarak antar bantalan
L_p	= panjang poros (cm)
m	= modul
m_k	= berat total kendaraan
M_r	= Momen lengkung akibat Gaya radial
M_t	= Momen lengkung akibat Gaya tangensial
M_{red}	= momen lengkung reduksi
n	= putaran
n_e	= putaran mesin tertentu
n_N	= putaran mesin saat daya maksimum
n_p	= putaran <i>pinion</i>
n_s	= Putaran poros
n_w	= putaran roda / ban
n_{dmaks}	= Putaran maksimum <i>differential</i>
n_{omaks}	= putaran maksimum pada poros output

n_{maks}	= Putaran mesin maksimum (rpm)
N	= daya
N_c	= Putaran kritis poros
$N_{c1}, N_{c1} \dots N_{c6}$	= Putaran kritis akibat beban pada poros (rpm)
N_e	= daya mesin pada putaran tertentu (kW)
N'_b	= rugi daya karena gesekan pada bantalan (hp)
N'_{rg}	= rugi daya karena hubungan roda gigi
N_{max}	= daya maksimum mesin (kW)
p	= <i>circular pitch</i>
p_a	= Tegangan permukaan maksimum bahan
p_{ac}	= Tekanan permukaan plat gesek yang diijinkan
P	= <i>Diametral pitch</i>
P_g	= hambatan jalan mendaki
P_r	= hambatan gulung
P_t	= gaya traksi
P_{in}	= hambatan inersia
P_{gesek}	= gaya gesek ban
P_{udara}	= hambatan udara
Q	= faktor rasio
r	= jari-jari roda gigi (mm)
r_w	= jari-jari efektif roda / ban (m)
r_{rc}	= jari-jari rata-rata plat gesek (mm)
r_{sp}	= jari-jari rata-rata <i>spline</i>
$r_{\text{rata-rata}}$	= Jari-jari rata- rata plat gesek
$R_A, R_B \dots$	= Reaksi bantalan A
R_c	= sisi kerucut
R_m	= Jari-jari puncak dari roda gigi pada titik tengah gigi
S_v	= tebal keausan plat gesek
S_f	= angka keamanan
t_{ban}	= umur bantalan
T	= torsi

T_e	= torsi mesin pada putaran tertentu
T_d	= torsi <i>differential</i>
T_g	= torsi gesek
T_{omaks}	= torsi maksimal pada poros <i>output</i>
T_{dmaks}	= Torsi maksimum pada <i>differential</i>
T_{emaks}	= torsi maksimum mesin
T_{smaks}	= Torsi maksimal yang bekerja pada poros
v	= kecepatan keliling roda gigi (m/menit)
V_c	= Volume keausan plat
V	= kecepatan kendaraan (m/dtk)
v_{fg}	= kecepatan keliling <i>pinion</i> pada <i>final gear</i>
x_{pd}	= faktor perubahan kepala <i>pinion</i>
X_R	= Faktor radial
Y_T	= Faktor aksial
y	= Faktor Lewis
W_b	= beban lentur/ <i>bending</i>
W_o	= beban ekuivalen (N)
W_g	= berat roda gigi (kg)
W_s	= berat beban pada poros (kg)
W_{ban}	= beban yang ditahan oleh ban pada roda penggerak.
Z_{bt}	= jumlah baut yang digunakan
Z	= jumlah gigi pada roda gigi (aktual)
Z'	= jumlah gigi formative
Z_g	= jumlah gigi roda gigi <i>gear</i>
Z_p	= jumlah gigi roda gigi <i>pinion</i>
Z_{sy}	= jumlah gigi pada <i>synchronizer sleeve</i>
Z_{sp}	= jumlah <i>spline</i>