

**TUGAS AKHIR
BIDANG PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI MESIN**

**Penyusunan Program *Excell* untuk Perancangan Rodagigi Lurus
dan Rodagigi Miring Berdasarkan Metode Niemann
(Contoh Kasus : Rodagigi Lurus *Suzuki Deluxe Real Van 1.5* dan Rodagigi
Miring *Marine Turbine*)**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Pendidikan Tahap Sarjana

**Roni Mulyadi
06 171 062**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

ABSTRAK

Rodagigi adalah alat pentransmisi daya dan pengubah tingkat putaran poros pada mesin, seperti mobil, mesin-mesin pertanian, mesin-mesin industri, mesin perkakas, mesin oli, *gear box*, *gear motor*, dan lain-lain. Rodagigi memindahkan daya melalui kontak gigi-gigi dari *gear* kepada gigi-gigi pada *pinion*. Kontak terjadi pada *pitch line* dan diteruskan dengan aksi *rolling* dan *sliding* pada *addendum* dan *dedendum* sehingga membentuk putaran tegangan berfluktuasi yang menyebabkan *failure* pada rodagigi. *Failure* pada rodagigi juga disebabkan *error* dalam perancangan.

Dari penelitian ini dihasilkan perancangan praktis rodagigi lurus dan miring dengan menggunakan program *Microsoft Excel* berdasarkan persamaan-persamaan perancangan yang diberikan Gustave Niemann. Melalui perancangan praktis ini, proses perancangan menjadi mudah dan akurat karena pengguna hanya meng-*input*-kan data perancangan kemudian dilakukan penghitungan oleh *Excel*. Perancangannya juga efisien karena program *Excel* tersedia pada setiap PC atau *Notebook*. Namun, masih terdapat keterbatasan dari perancangan praktis ini. Di mana pembacaan tabel dan grafik masih dilakukan secara manual.

Sebagai aplikasi dari program perancangan yang telah dibuat, dilakukan perancangan pasangan rodagigi lurus pada **Suzuki Deluxe Real Van 1.5** dan pasangan rodagigi miring **Marine Turbine** yang melakukan penghitungan terhadap dimensi, tegangan, dan umur rodagigi.

Keywords : rodagigi, *Microsoft Excel*, perancangan praktis, *failure*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rodagigi adalah alat pentransmisi daya dan pengubah tingkat putaran poros pada mesin. Rodagigi juga digunakan untuk mengubah arah sumbu putar dan mengubah gerak rotasi menjadi translasi. Rodagigi memainkan peranan penting dalam menjalankan peralatan yang menunjang kehidupan manusia. Rodagigi dipakai pada alat transportasi, seperti mobil, *gear box*, mesin-mesin oli, mesin-mesin perkakas, mesin-mesin industri, mesin-mesin pertanian, *gear motor* dan lain-lain. Rodagigi meneruskan daya dari motor melalui kontak antar gigi-gigi pada *gear* dengan gigi-gigi pada *pinion*. Kontak di permukaan terjadi pada *pitch line*. Kemudian, diteruskan dengan *rolling* dan gelinding pada daerah *dedendum* (di bawah *pitch line*) dan *addendum* (di atas *pitch line*).¹

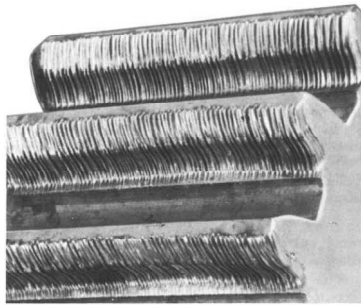
Rodagigi bukanlah satu-satunya alat pentransmisi daya yang ada karena masih ada sabuk, rantai, dan kopling. Namun demikian, rodagigi tetap menduduki tempat terpenting di segala bidang sebagai alat transmisi selama 200 tahun terakhir ini. Penggunaannya dimulai dari alat pengukur yang kecil dan teliti, seperti jam tangan, sampai rodagigi reduksi pada turbin besar yang berdaya puluhan megawatt. Banyak mesin modern saat ini menggunakan rodagigi karena keunggulan rodagigi dibandingkan alat pentransmisi lainnya. Kelebihan tersebut meliputi :

- ❖ sistem transmisinya ringkas dengan putaran yang lebih tinggi dan daya yang besar,
- ❖ sistem yang kompak sehingga konstruksinya sederhana,

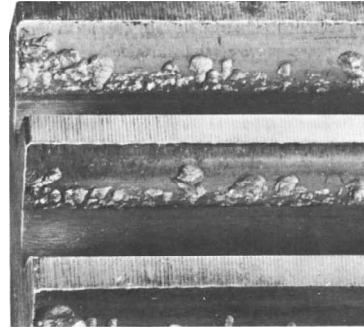
- ❖ ketahanan uji (*reliability*) yang tinggi dan berumur panjang,
- ❖ mudah dalam perawatan,
- ❖ kemampuan menerima beban lebih tinggi,
- ❖ efisien dalam memindahkan daya karena faktor terjadinya slip sangat kecil,
- ❖ tingkat keakuratannya yang tinggi.²

Ketika dua buah gigi bertautan, terjadi kontak pada daerah *pitch line* yang diikuti dengan *rolling* pada bagian atas dan bawah garis ini. Kontak dan *rolling* di permukaan gigi pada tegangan yang tinggi berlangsung secara berulang sehingga memicu munculnya *inheret wear* yang dapat memicu terjadinya *failure*.

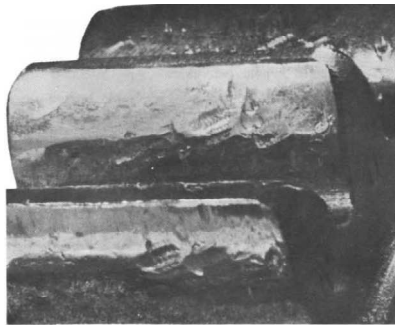
Dalam prakteknya, jika sebuah rodagigi mampu beroperasi selama 30 tahun itu artinya ia menjalankan fungsinya. Namun, bila rodagigi beroperasi selama 30 jam, menandakan ada masalah pada perancangan. Sumber kegagalan rodagigi pada dasarnya berasal dari dua buah tegangan yang bekerja pada gigi-gigi yang saling bertautan, yaitu tegangan kontak dan tegangan bending. Tegangan–tegangan ini akan sangat cepat memicu kegagalan jika dipadukan dengan kesalahan-kesalahan (*error*) dalam perancangan, pemasangan, dan manufaktur rodagigi. Secara umum kegagalan-kegagalan yang terjadi pada rodagigi adalah *wear*, *surface fatigue* dan *plastic wear*, yang disebabkan tegangan kontak dan *breakage* yang dihasilkan tegangan bending. Gambar 1.1 menunjukkan kegagalan-kegagalan yang terjadi pada rodagigi.



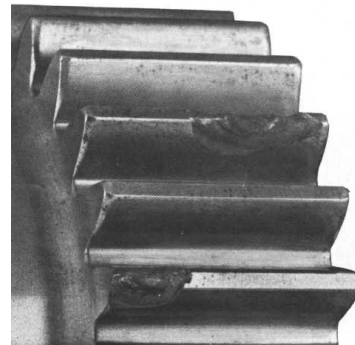
(a). *Wear*



(b). *surface fatigue*



(c) *Plastic flow*



(d). *breakage*

Gambar 1.1 contoh-contoh bentuk kegagalan pada rodagigi.³

Wear adalah fenomena pada permukaan gigi di mana lapisan-lapisan metal terlepas dari permukaan akibat kontak permukaan gigi-gigi rodagigi.

Surface fatigue failure

adalah pembentukan lubang-lubang di permukaan gigi karena pengurasan metal akibat tegangan yang berfluktuasi.

Plastic Flow

adalah *cold working* pada permukaan gigi yang disebabkan karena tingginya tegangan kontak dan aksi *sliding* dan *rolling* yang terjadi pada dua gigi yang bertautan.

Breakage Failure

adalah patahan yang terjadi pada keseluruhan atau sebagian besar bagian dari sebuah gigi. Umumnya disebabkan oleh kelebihan beban dan siklus tegangan yang bekerja di luar batas ketahanan gigi.

Mengingat rawannya sebuah rodagigi mengalami kegagalan maka perlu adanya sebuah perancangan yang tepat, akurat, dan teliti, terutama untuk rodagigi pada mesin-mesin industri. Di industri sebuah mesin saling terhubung dengan struktur atau komponen peralatan yang lain dalam sebuah sistem produksi. Jika rodagigi pada sebuah mesin rusak tiba-tiba maka akan menyebabkan kerusakan yang lebih parah pada komponen yang lain dalam sistem tersebut. Kondisi seperti ini adalah sesuatu yang tidak diinginkan dan harus dihindari oleh industri. Karena kondisi tersebut tidak hanya akan menambah biaya produksi, tetapi juga akan membuat produksi terhenti.

Perancangan yang dilakukan di industri saat ini masih manual dengan merujuk pada buku-buku perancangan seperti perancangan yang dilakukan oleh Gustav Niemann, Sularso, Spot dan sebagainya. Metode perancangan seperti ini memiliki keterbatasan dari sisi waktu dan kepraktisan perhitungan. Pada perancangan manual penghitungan dimensi, beban, tegangan dan umur pada rodagigi dilakukan dengan alat bantu hitung seadanya sehingga memungkinkan terjadi kesalahan perhitungan. Disamping itu perancangan juga akan menyita waktu karena harus menyesuaikan lagi dengan prosedur-prosedur perancangan pada buku referensi. Kesulitan menemukan dan membawa buku referensi ke lapangan saat dibutuhkan

perancangan ulang rodagigi, juga menjadi pertimbangan orang-orang di industri untuk beralih dari metode manual ke metode praktis perancangan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengatasi masalah-masalah di atas. Metode praktis dalam perancangan pada dasarnya sama dengan perancangan yang selama ini dipakai di industri yaitu merujuk pada perancangan yang dilakukan oleh Gustav Niemann yang metodenya telah banyak dipakai di dunia industri. Namun, yang menjadi keunggulan dari metode perancangan ini adalah dari sisi kemudahan dan kepraktisan perhitungan. *Software* yang dipakai dalam perancangan ini adalah *Microsoft Excel* yang sudah sangat dikenal dan mudah dalam menjalankannya. Disamping itu, software ini tersedia pada setiap *PC* atau *Notebook*. Keakuratan dan kecepatan hasil perhitungan *Excel* juga menjadi pertimbangan untuk menggunakan program ini. Oleh karena itu, melalui program yang telah dibuat, seorang pengguna hanya meng-*input*-kan data perancangan sesuai kebutuhan maka dimensi, beban, tegangan yang bekerja, serta berapa lama rodagigi bisa bertahan dapat diketahui tanpa menyita waktu.

1.2 Batasan Masalah

Perancangan ini dibatasi untuk rodagigi lurus dan rodagigi miring yang penerapannya dilakukan pada pasangan rodagigi lurus **Deluxe Real Van 1.5** dan pasangan rodagigi miring *Marine Turbine*. Prosedur perancangan dan persamaan-persamaan yang digunakan dalam perancangan merujuk kepada buku '*Machine Elements ; Design and Calculation In Mechanical Engineering , Volume II* ' karangan Gustav Niemann. Penghitungan dimensi rodagigi, beban dan tegangan yang bekerja, serta umur rodagigi dilakukan oleh *Microsoft Excel*, dimana untuk

pembacaan tabel-tabel dan grafik perancangan masih dilakukan manual melalui *link-link* yang dibuatkan pada program. Untuk menguji kebenaran program, dilakukan penghitungan secara manual yang kemudian hasilnya dibandingkan.

1.3 Tujuan Dan Manfaat

Tujuan :

1. Membuat program perancangan praktis untuk rodagigi lurus dan rodagigi miring menggunakan *Microsoft Excel* berdasarkan perancangan yang diberikan oleh Gustav Niemann.
2. Membuat program perancangan yang mudah dioperasikan oleh pengguna.
3. Membandingkan perancangan rodagigi lurus **Suzuki Deluxe Real Van 1.5** dan rodagigi miring **Marine Turbine** menggunakan *Microsoft Excel* dengan perancangan yang dilakukan manual.

Manfaat :

Membantu mempermudah proses perancangan rodagigi melalui program perancangan berbasis *Microsoft Excel*, yang telah dibuat seinformatif mungkin.

1.4 Sistematika Penulisan

Tulisan ini diuraikan menjadi lima bab. Penulisan diawali dengan Bab 1 yang berisikan pendahuluan. Di mana di dalamnya dijelaskan tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

Selanjutnya, pada Bab 2 berisi teori-teori yang dapat menunjang penelitian ini. Pada bab ini dijelaskan tentang klasifikasi rodagigi, bagian-bagian dari rodagigi, dan penjabaran tentang gaya dan tegangan pada pasangan rodagigi.

Kemudian Bab 3 merupakan bagian metodologi penghitungan. Pada bab ini diuraikan beberapa tahapan penghitungan umur rodagigi yang dimulai dengan memasukkan data perancangan, penghitungan dimensi utama pasangan rodagigi, kemudian penghitungan beban dan tegangan sehingga diperoleh umur rodagigi. Segala persamaan yang dipakai dalam penghitungan diperoleh dari perancangan oleh Gustav Niemann.

Hasil serta pembahasan mengenai penghitungan yang didapat baik secara manual maupun yang dari program, dilakukan pada bab 4. Hasil-hasil dari penghitungan dibahas dalam pembahasan dengan membandingkan hasil tersebut, dengan hasil yang telah ditampilkan dalam buku Gustave Niemann. Dan akhirnya tulisan ini ditutup dengan penutup pada bab 5.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penghitungan data di atas, diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Perancangan praktis rodagigi lurus dan miring dengan bantuan paket program *Microsoft Excel* disusun berdasarkan persamaan-persamaan yang diberikan Gustave Niemann.
2. Persamaan-persamaan dalam perancangan diprogram di *Microsoft Excel* dengan tampilan yang dibuat seinformatif mungkin sehingga memudahkan pengguna mengoperasikannya.
3. Pada perancangan praktis ini pembacaan grafik dan tabel masih dilakukan manual.
4. Pada perancangan rodagigi lurus **Suzuki Deluxe Real Van 1.5** dan rodagigi miring **Marine Turbine** diperoleh dimensi, tegangan, dan umur rodagigi secara mudah, cepat dan akurat dibandingkan dengan perancangan yang dilakukan manual.

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan, penulis menyarankan:

1. Rodagigi memindahkan daya dan putaran yang tinggi sehingga kemungkinan *fatigue* dan gagal saat beroperasi sangat besar. Oleh karena itu, perancangan harus dilakukan akurat. Salah satunya menggunakan alat hitung yang akurat untuk menentukan dimensi, tegangan dan umur.
2. Sebaiknya untuk memudahkan membuat program perancangan rodagigi di *Excel*, menggunakan metode perancangan mundur dengan mengetahui terlebih dahulu umur kemudian bergerak kebelakang sampai dimensi rodagigi.

3. Karena dalam penghitungan umur rodagigi menggunakan persamaan yang banyak jadi teliti dalam memasukkan rumus-rumus ke *Excel*.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Niemann, Gustav. 1978. *Machine Elements: Design and Calculation in Mechanical Engineering, Volume II*. New York: Spinger – Verlag, Berlin Heidelberg.
- 2 Hidayat, Rahmad. 2003. *Perancangan Ulang Rodagigi Lurus Suzuki Deluxe Real Van 1.5*. Laporan tugas Elemen Mesin. Padang: Teknik Mesin, Universitas Andalas.
- 3 DeLange, Gary. “Failure Analysis for Gearing”. <http://www.elecon.com/> Diakses tanggal 10 Desember 2010.
- 4 Shaw, B.A, dkk. 2003. “The role of residual stress on the fatigue strength of high performance gearing”. *International Journal of Fatigue*. <http://www.elsevier.com/> Diakses tanggal 17 November 2010.
- 6 Kamil, Muhammad, dkk. 2005. *Pemodelan Perencanaan Rodagigi Lurus*. Padang: Teknik mesin, Universitas Bung Hatta.
- 7 Steinbeis Transfer Centre New Technologies in Traffic Engineering, Prittwitzstr.
10, 89075 Ulm ,Germany Tel.: 07325 3306 Fax.: 07325 4992
- 8 Walkenbach, Jhon. 2003. *Excel 2003 Bible*. Cananda: Wiley Publishing, Inc., Indianapolis.
- 9 Pdf. *Gear Classification*. <http://www.google.com/>. Diakses tanggal 16 Desember 2010
- 10 Pdf. *Spur Gear Design*. <http://www.google.com/>. Diakses tanggal 5 Desember 2010