

# PENGEMBANGAN PROGRAM SIMULASI PLANETARY GEAR SET DENGAN KOMBINASI GEAR RASIO

Asrul Sudiar<sup>1</sup>, Norhafani<sup>2</sup>, Muhammad Kasim<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Banjarmasin<sup>1</sup>,

Jl. Brig Jend. Hasan Basri, Pangeran, Kec. Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

Email: [asrulsudiar@poliban.ac.id](mailto:asrulsudiar@poliban.ac.id)<sup>1</sup>, [norhafani@poliban.ac.id](mailto:norhafani@poliban.ac.id)<sup>2</sup>, [kasim@poliban.ac.id](mailto:kasim@poliban.ac.id)<sup>3</sup>

## Abstrak

Berbagai komponen pada suatu sistem powertrain dapat terdiri dari berbagai rangkaian beberapa komponen yang bertujuan untuk meneruskan putaran engine dari flywheel ke torque converter kemudian dilanjutkan ke transmisi lalu ke bevel gear sampai ke final drive, memiliki berbagai jenis teknologi yang berbeda-beda dan tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Dari berbagai komponen tersebut terdapat beberapa jenis komponen yang menggunakan perangkat yang disebut dengan Planetary Gear Set, diantaranya adalah Powershift transmission, Torque divider dan Final drive. Dengan Planetary Gear Set maka putaran dari engine akan dapat dilipat gandakan torsiya sesuai dengan kebutuhan saat unit berjalan dan dengan kombinasi yang dihasilkan dari Planetary Gear Set maka akan memungkinkan tercipta berbagai kombinasi kecepatan baik yang searah dengan putaran engine maupun sebaliknya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan merancang suatu aplikasi (Engineering Software) untuk mempelajari cara kerja dari Planetary Gear Set yang terdiri dari 3 komponen dasar yaitu: Ring Gear, Sun Gear dan Planetary Carrier dengan berbagai kombinasi gear ratio secara interaktif, yang akan mempermudah mahasiswa di Jurusan Teknik Mesin secara umum dan pada Program Studi Alat Berat khususnya dalam mempelajari cara kerja dari Planetary Gear Set, sehingga diharapkan akan menjadi alat bantu dalam proses belajar dan mengajar.

**Kata Kunci:** Planetary Gear Set, Engineering Software

## Abstract

Various components in a powertrain system can consist of a series of several components that aim to continue the engine rotation from the flywheel to the torque converter then proceed to the transmission and then to the bevel gear to the final drive, have a variety of different types of technology and of course have advantages and each other's disadvantages. Base on the various components, there are several types of components that use a device called the Planetary Gear Set, including the powershift transmission, torque divider and final drive. With the Planetary Gear Set, the rotation of the engine will be able to be doubled in torque as needed when the unit is running and with the combination produced from the Planetary Gear Set it will be possible to create various speed combinations both in the direction of the engine speed and the opposite direction. This research purposes to create and design an application (Engineering Software) to study the workings of the Planetary Gear Set which consists of three basic components, such as: Ring Gear, Sun Gear and Planetary Carrier with various interactive gear ratio combinations, which will facilitate students in The Department of Mechanical Engineering in general and the Heavy Equipment Study Program especially in learning the workings of the Planetary Gear Set, so that it is expected to be a helpful tool in the learning and teaching process.

**Keywords:** Planetary Gear Set, Engineering Software.

## 1. PENDAHULUAN

Sebuah sistem *powertrain* memerlukan beberapa rangkaian komponen yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Terdapat dua jenis *powertrain* pada unit Caterpillar yaitu *mechanical powertrain* dan *hydrostatic powertrain*[1]. Dari berbagai komponen yang berada dalam rangkaian *powertrain* terdapat sebuah komponen yang memiliki cara kerja dan keunggulan yang tidak dimiliki oleh cara kerja dan komponen yang lainnya, komponen ini bernama *Planetary Gear Set*.

Di prodi Alat Berat terdapat matakuliah yang bernama "*Fundamental Powertrain*" dimana mahasiswa dalam perkuliahan ini mempelajari berbagai jenis powertrain, mereka mempelajari cara kerja kopling, jenis kopling, jenis torque converter, cara kerja transmisi, jenis transmisi, cara kerja differential atau bevel gear dsb. Namun terdapat sebuah teknologi yang bernama *Planetary Gear Set* yang memiliki keunggulan dari dimensinya yang ringkas, namun memiliki kombinasi putaran dan arah yang variatif. Dengan[2] memahami cara kerja dari *Planetary Gear Set* ini maka diharapkan kedepannya mahasiswa akan menjadi seorang mekanik yang mampu

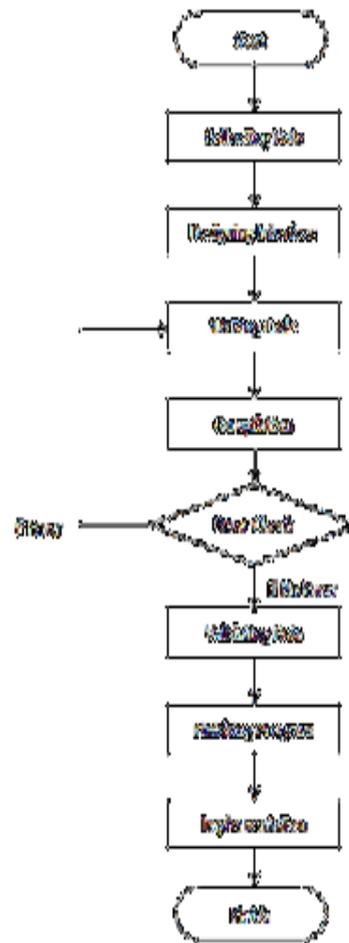
menangani berbagai kerusakan yang berasal dari sistem *Planetary Gear Set* ini.

Namun untuk membantu mahasiswa dalam proses belajar di matakuliah ini diperlukan tidak hanya slide materi yang ditampilkan dilayar lcd namun juga diperlukan sarana simulasi atau alat peraga yang dapat berupa komponen simulasi maupun aplikasi program yang intinya dapat membantu mahasiswa untuk dapat dengan mudah memahami *Planetary Gear Set* ini. Berdasarkan latarbelakang ini maka penelitian ini kemudian akan dilaksanakan, sehingga nantinya akan dibuat sebuah *engineering software* yang memudahkan mahasiswa mempelajari *Planetary Gear Set* ini dengan lebih interaktif dan menarik.

**2. METODE**

Pada suatu perancangan sebuah aplikasi atau program, diperlukan suatu tahapan pemrograman. Tahapan yang dimaksud merupakan susunan langkah yang harus dilalui secara berurutan mulai dari *start* yang kemudian diikuti dengan persiapan pengumpulan data dsb. Metode yang digunakan dalam penelitian ini sbb:

- Mempelajari literatur yang berkaitan dengan *Planetary Gear Set* pada penggunaan *Heavy Equipment Unit*.
- Observasi berupa langkah pengamatan langsung pada komponen *Planetary Gear Set* yang terdapat pada *Workshop* program studi Alat Berat Poliban.
- Mengumpulkan data yang berhubungan dengan perhitungan *Planetary Gear Set*.
- Proses selanjutnya adalah perancangan program dengan menggunakan bahasa pemrograman Pascal dan menggunakan compiler Delphi.



Gambar 1. Flow chart penelitian

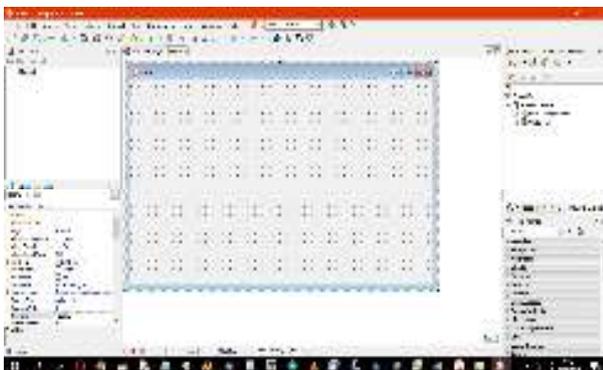
Pada penelitian menggunakan diagram alir perancangan program seperti ditampilkan diatas. Kita pada umumnya menyebut diagram alir diatas sebagai diagram alir penelitian yang perlu dilakukan dalam tahapan merancang suatu program [3]. Pada suatu kegiatan pemrograman biasanya melalui beberapa tahapan atau langkah yang berurutan dan sistematis setelah pengumpulan data yang relevan, diantaranya perancangan *interface* program, penulisan kode, kompilasi program, *trial and error*, validasi program serta pada langkah akhir biasanya dilakukan implementasi program. Dalam hal ini implementasi bisa dengan melakukan ujicoba program kepada beberapa mahasiswa jurusan teknik mesin dengan memberikan penjelasan singkat tentang cara pengoperasiannya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembahasan di bab ini akan dijelaskan secara bertahap langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan program ini, mulai dari perancangan *interface*, penulisan kode program dengan bahasa Delphi sampai akhirnya program dapat berjalan (*running*), tentunya bukan hanya dapat berjalan dengan baik namun juga dapat menghasilkan perhitungan yang tepat sesuai yang direncanakan [4].

Namun karena keterbatasan ruang pada halaman jurnal ini maka kami hanya akan menampilkan beberapa tampilan pada form aplikasi yang telah dirancang sehingga lebih efisien pada penggunaan halaman jurnal.

Sebelum lebih jauh dalam perancangan program perhitungan *Planetary Gear Set* (PGS) ini, maka sebaiknya kita mengenal dulu tampilan awal dari compiler Delphi tersebut. Adapun tampilan dari IDE (*Integrated Development Environment*) dari *compiler* Delphi sbb:



Gambar 2. Compiler IDE Delphi

Perlu diketahui bahwa *compiler* Delphi ini berjalan pada sistem operasi Windows. Dengan menggunakan bahasa pemrograman Pascal yang sudah sangat terkenal dalam dunia pemrograman teknik. Keunggulan dari digunakannya *compiler* ini adalah hasil kompilasinya yang cukup kecil dan dapat menghasilkan file berekstensi \*.exe sehingga dapat dengan mudah didistribusikan ke pengguna yang tidak menginstal compiler ini.

Secara ringkas program yang telah selesai dirancang dengan *compiler* ini akan tampil seperti ditampilkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 3. Tampilan akhir disain program

Sampai pada tahapan ini berarti perancangan program ini telah selesai. Kita telah melalui proses perancangan *interface* dan penulisan kode program. Selanjutnya yang kita lakukan adalah bagaimana langkah untuk mengoperasikan program ini setelah dikompilasi.

Berikutnya adalah menjalankan program yang telah dikompilasi dengan menekan F9. Maka program akan berjalan. Kemudian isikan data input yang diminta diantaranya:

- Memasukkan data jumlah gigi *Sun Gear*, *Ring Gear* maka secara otomatis jumlah gigi *planetary gear* akan dihitung.
- Tentukan komponen mana pada *planetary gear set* yang berlaku sebagai *drive member* dan yang mana yang ditahan (*Hold*). Pada langkah ini program akan mendeteksi langsung komponen dari PGS yang berlaku sebagai *output (driven member)*.
- Berikutnya masukkan kecepatan dari drive member yang dipilih dalam satuan Rpm, dalam hal ini user dapat menggunakan komponen *Scrollbar* yang tersedia untuk memilih kecepatannya (range dari 500 rpm – 3000 rpm)

Kemudian tekan tombol hitung untuk memerintahkan program ini untuk melakukan perhitungan pada komponen PGS ini, kemudian klik tombol hitung *gear rasio* untuk menghitung besarnya nilai dari gear rasio yang dihasilkan.



Gambar 4. Langkah awal dalam input data

Pada tahap awal user diminta untuk memasukkan data jumlah gigi *Sun Gear*, *Ring Gear* maka secara otomatis jumlah gigi planetary gear akan dihitung. Tentu pada prakteknya user perlu melakukan perhitungan dengan teliti pada jumlah gigi pada *sun gear* dan *ring gear* sehingga diperlukan waktu khusus untuk melakukan pengukuran ini. Sebagai tambahan tabel panduan cara kerja planetary gear set ditampilkan sbb:

Tabel 1. Panduan Planetary Gear Set

Sun Gear	Carrier	Ring Gear	Speed	Torque	Direction
1. Input	Output	Ditahan	Reduksi maksimum	Meningkat	Sama dengan input
2. Ditahan	Output	Input	Reduksi minimum	Meningkat	Sama dengan input
3. Output	Input	Ditahan	Kecepatan maksimum	Reduksi	Sama dengan input
4. Ditahan dengan rotasi	Input	Tertahan	Kecepatan maksimum	Reduksi	Sama dengan input
5. Input	Ditahan	Output	Reduksi	Meningkat	Kebalikan dari output
6. Output	Ditahan	Input	Peningkatan	Reduksi	Kebalikan dari input
7.	Jika dua anggota ditahan bersama, kecepatan dan arah sama dengan input. Langkah 1-1 pengalihan tenaga.				
8.	Jika tidak ada anggota yang ditahan atau tertahan bersama, kecepatan tidak terputus. Hasilnya adalah kondisi bebas.				



Gambar 4: Tampilan interaktif pada jumlah gigi pada komponen *Planetary Gear Set*.

Pada tampilan tab *Gear Teeth* user dapat melihat secara interaktif jumlah gigi dari sun gear, ring gear maupun planetary carrier.



Gambar 5: Tampilan Tabel dalam program

Ketika user ingin melihat tabel acuan dari hukum cara kerja planetary gear set, dapat melalui tab berikutnya.



Gambar 6: Tampilan *preview* tabel yang diperjelas jika user menekan tombol *Show Table*

Sampai pada langkah ini, user dapat melihat bagaimana tabel hukum PGS pada panduan buku manual Trakindo[2]. Seperti diketahui bahwa tampilan dari tabel informasi tidaklah cukup jelas bagi user, oleh karena itu disediakan fasilitas form tambahan yang dapat digunakan oleh user dengan cukup menekan tombol *show table* maka akan muncul form preview dengan tampilan yang lebih besar diatas form utama.

#### 4. KESIMPULAN

Aplikasi perhitungan planetary gear set ini dapat mempermudah mahasiswa dalam melakukan perhitungan: Kecepatan putaran output dari member PGS (Overdrive atau Reduction); Arah putarannya (Forward atau Reverse); Kekuatan Torsi yang dihasilkan (Meningkat / Menurun ); Perbandingan gear rasio yang dihasilkan

Aplikasi ini juga dibuat dengan tujuan untuk memberikan alat bantu di kelas bagi dosen pengajar matakuliah powertrain di Program Studi Alat Berat. Program ini masih pada tahap awal pengembangan, mahasiswa dapat menggunakannya saat praktek di workshop Alat Berat, sekaligus melakukan validasi terhadap hasil perhitungan dengan melakukan komparasi antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan program ini.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Diakhir penulisan jurnal ini, kami ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada Tim Jurnal Inovtek Polbeng yang telah banyak membantu kami dalam menyusun jurnal ini, sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Tidak lupa kami memberikan apresiasi atas kerja timnya yang solid sehingga dapat memberikan panduan berupa template jurnal inovtek ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Caterpillar Service Technician Modul (2003). "Fundamental Powertrain", Asia Pacific Learning, Melbourne Australia PT. Trakindo Utama Modul (2005). "Fundamental Powertrain", Bogor Indonesia
- [2] Caterpillar Service Technician Modul (2004). "Intermediate Powertrain", Asia Pacific Learning, Melbourne Australia
- [3] Sudiar, A. (2016). Implementasi dan Perancangan Aplikasi Pada Perencanaan

Bantalan dan Bearing. Jurnal Poros Teknik Poliban, 8(Desember 2016), 73–78.

- [4] Pedoman Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (2018). RistekDikti, Jakarta Indonesia