

Pengembangan Sistem Transmisi Otomatis Pada Sepeda Motor Suzuki

Felix Pasila, Heri Susanto

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro – Universitas Kristen Petra
Email: felix@peter.petra.ac.id

Joni Dewanto

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra
Email: djwanto@peter.petra.ac.id

Abstrak

Kemajuan teknologi dibidang otomotif memungkinkan sistem transmisi konvensional pada kendaraan bermotor roda dua diganti dengan sistem transmisi otomatis agar mempermudah pengguna dan tidak mengabaikan kenyamanan dalam berkendara. Pengembangan Sistem Transmisi Otomatis pada sepeda motor ini bertujuan mengganti sistem transmisi konvensional (semi otomatis) menjadi otomatis, dengan menggunakan mikrokontroler sebagai otak utama sistem.

Mikrokontroler ATMEL C51 menerima pulsa dari sensor putaran roda sepeda motor sebagai acuan untuk menggerakkan motor DC sebagai pengubah gigi transmisi. Pada sistem ini sudah ditentukan untuk gigi 1 bekerja pada kecepatan 0-18 km/jam, gigi 2 bekerja pada kecepatan 19-37 km/jam, gigi 3 bekerja pada kecepatan 38-60 km/jam dan gigi 4 bekerja pada kecepatan 60km/jam ke atas.

Dari percobaan yang telah dilakukan di dapatkan bahwa respon dari sistem transmisi otomatis ini lebih lambat dibandingkan dengan sistem konvensional. Untuk kecepatan dari 0 hingga 60 km/jam pada kondisi jalan lurus, dengan sisten transmisi otomatis memerlukan waktu 14,73 detik, sedang untuk sistem konvensional memerlukan waktu hanya 13,59 detik.

Kata kunci: Otomotif, Sepeda Motor, Sistem Transmisi Otomatis.

Abstract

The fast growing technology in automotive has made possible to replace conventional transmission system on motorcycle with automatic transmission system to ease the rider. The development of automatic transmission system on motorcycle is intended to replace the conventional transmission system (semi automatic) with automatic transmission system by using microcontroller as brain of the new system.

The final project used ATMEL 89C51 microcontroller to receive pulse from wheel rotation sensor as a reference to energise DC motor to change transmission gear. This system used first gear at speed 0-18 km/h, second gear at speed 19-37 km/h, third gear at speed 38-60 km/h and fourth gear at speed above 60km/h.

The result of the experiment shown that the response of this automatic transmission system is slower than conventional system. The experiment had shown that to reach velocity from 0 to 60 km/h, the automatic transmission system need 14.73 seconds, meanwhile conventional system need 13.59 seconds.

Keywords: Automatic, Motorcycle, Transmission System.

1. Pendahuluan

Pada perencanaan sistem transmisi otomatis ini akan dibuat sebuah *microcontroller* yang dapat mendeteksi kecepatan putaran dari roda sepeda motor sebagai acuan untuk mengontrol dua buah motor DC. Motor DC ini masing – masing dipasang di sisi sebelah kanan (untuk menggerakkan tuas kopling) dan sebelah kiri (untuk menggerakkan dan mengganti pedal gigi transmisi) dari sepeda motor. Sedangkan untuk

sensor pendeteksi putaran roda sepeda motor menggunakan *photodiode* dan *infrared* yang diletakkan pada *speedometer* dari sepeda motor tersebut.

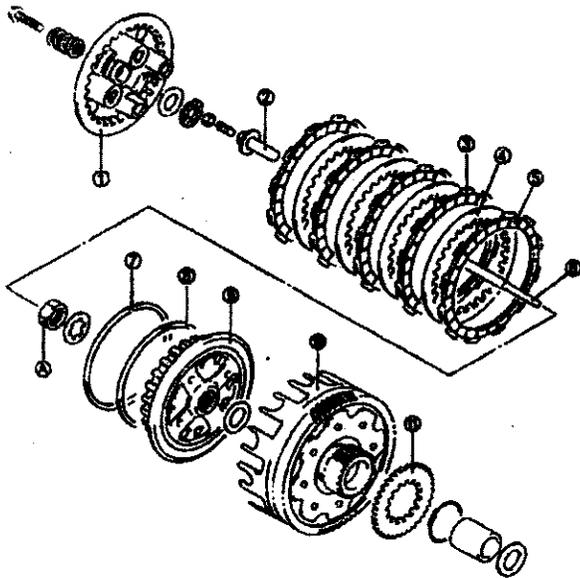
Cara kerja dari sistem ini adalah mendeteksi terlebih dahulu kecepatan roda. Apabila kecepatan roda tersebut dirasakan sudah cukup untuk berpindah ke gigi transmisi yang lebih besar, maka motor DC-1 akan berputar untuk menggerakkan tuas kopling terlebih dahulu dan setelah itu motor DC-2 berputar untuk menggerakkan pedal gigi transmisi ke arah depan (ke gigi transmisi yang lebih besar). Motor DC-1 ini akan berputar dari gigi transmisi itu akan dipindahkan sampai selesai, jadi

Catatan : Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 September 2004. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 6 Nomor 2 Oktober 2004.

motor DC-1 ini berputar sampai motor DC-2 selesai mengganti gigi transmisi, dimana motor DC-1 ini berhenti bila *limit switch* yang letaknya berdekatan dengan tuas kopling ini dalam kondisi *close*.

Proses ini juga berlaku pula untuk perpindahan ke gigi transmisi yang lebih kecil.

1.1 Sistem Pemindah Tenaga (*Control Train*) Kopling (*Clutch*)



Keterangan:

1. Clutch pressure plate
2. Push piece
3. Clutch drive plate No.1
4. Clutch driven plate
5. Clutch drive plate No.2
6. Clutch push rod
7. Concaved washer
8. Washer seat
9. Clutch sleeve hub
10. Clutch housing
11. Oil pump drive gear

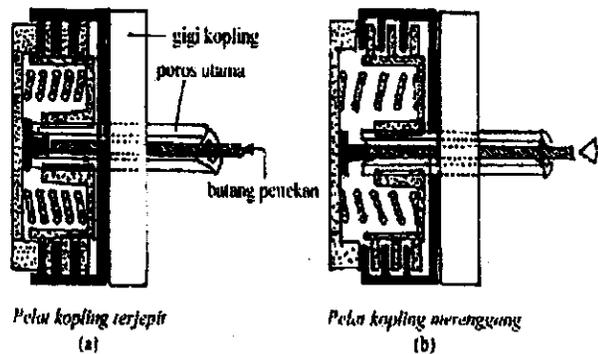
Gambar 1. Kopling Mekanis dan Kelengkapannya

Cara Kerja Kopling Mekanis

Rumah kopling (*clutch housing*) ditempatkan pada poros utama (*main shaft*), yaitu poros yang menggerakkan semua roda gigi transmisi. Tetapi rumah kopling ini bebas terhadap poros utama, artinya bila rumah kopling berputar, poros utama tidak ikut berputar.

Pada bagian luar rumah kopling terdapat roda gigi. Roda gigi ini berhubungan dengan roda gigi pada poros engkol, sehingga bila poros engkol berputar maka rumah kopling juga ikut berputar.

Agar putaran rumah kopling dapat sampai pada poros utama maka pada poros utama dipasang *hub* kopling (*clutch sleeve hub*). Untuk menyatukan rumah kopling dengan *hub* kopling, digunakan dua tipe pelat. Kedua pelat tersebut terdiri dari pelat tekan (*clutch driven plate*) dan pelat gesek (*clutch drive plate*). Pelat gesek dapat bebas bergerak terhadap *hub* kopling, tetapi tidak bebas terhadap rumah kopling. Berbeda dengan pelat tekan yang dapat bebas bergerak terhadap rumah kopling, tetapi tidak bebas terhadap *hub* kopling.



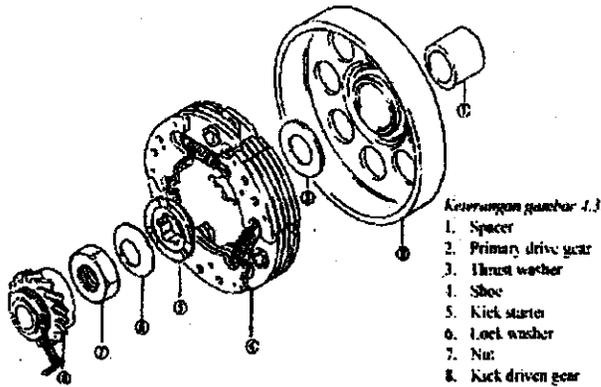
Gambar 2. Cara Kerja Kopling Mekanis

Bila handel kopling pada batang kemudi bebas (tidak ditarik), maka pelat tekan dan pelat gesek dijepit oleh piring penekan (*clutch pressure plate*) dengan bantuan pegas kopling. Ini berarti tenaga putar dari poros engkol sampai pada roda belakang.

Bila handel kopling pada batang kemudi ditarik maka kawat kopling akan menarik alat pembebas kopling. Alat pembebas kopling akan menekan batang tekan (*push rod*) yang ditempatkan di dalam poros utama. *Push rod* akan mendorong piring penekan ke arah berlawanan dengan arah gaya pegas kopling. Akibatnya pelat gesek dan pelat tekan saling merenggang dan putaran rumah kopling tidak diteruskan pada poros utama, atau hanya memutar rumah kopling dan pelat geseknya saja.

Kopling Otomatis

Kopling otomatis banyak dipakai pada sepeda motor jenis bebek. Kopling jenis ini biasanya ditempatkan pada bagian poros engkol. Kopling otomatis terdiri atas dua unit kopling, yaitu kopling pertama dan kopling kedua.

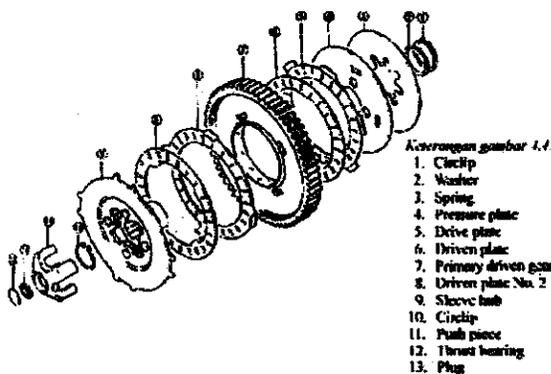


Gambar 3. Kopling Pertama

a. Kopling pertama (kopling langsung)

Kopling pertama ditempatkan pada poros engkol. Komponennya terdiri atas pasangan sepatu (kanvas) kopling, pemberat sentrifugal pegas pengembali, dan rumah kopling. Pada putaran stasioner (putaran rendah), putaran poros engkol tidak diteruskan ke gigi pertama penggerak (*primary drive gear*) maupun ke gigi pertama yang digerakkan (*primary driven gear*). Ini terjadi karena rumah kopling bebas (tidak ikut berputar) terhadap kanvas, pemberat, dan pegas pengembali yang terpasang pada poros engkol.

Pada saat putaran mesin rendah (stasioner), gaya sentrifugal dan kanvas kopling, pemberat menjadi kecil sehingga sepatu kopling terlepas dari rumah kopling dan tertarik ke arah poros engkol, akibatnya rumah kopling yang berkaitan dengan gigi pertama penggerak menjadi bebas terhadap poros engkol.



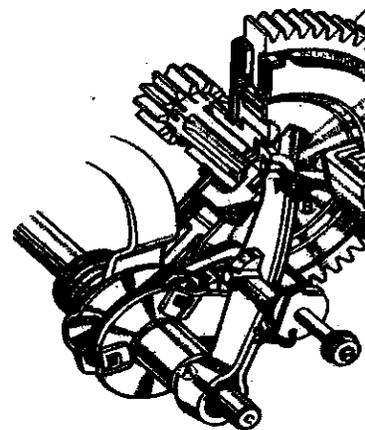
Gambar 4. Kopling Kedua

Saat putaran mesin bertambah, gaya sentrifugal semakin besar sehingga dapat mendorong kanvas kopling mencapai rumah kopling. Gaya sentrifugal pada kanvas kopling lebih besar daripada gaya tarik pengembali. Rumah kopling ikut berputar

dan meneruskan ke tenaga gigi pertama yang digerakkan.

b. Kopling kedua (kopling pemindah gigi persneling)

Perangkat kopling kedua ditempatkan bersama *primary driven gear* pada poros *center (countershaft)*. Pada saat pedal pemindah dioperasikan, penuntun peluru yang berhubungan dengan poros pemindah ikut berputar memaksa peluru keluar dan mendorong penuntun peluru bagian luar ke arah A (lihat gambar 2.18.). Dengan terdorongnya penuntun peluru bagian luar ini akan menekan lengan pembebas. Lengan pembebas pada ujung lain akan menekan bantalan penekan (*push piece*) yang terpasang pada ujung poros counter ke arah B (lihat gambar 2.18.). Bantalan penekan akan menekan pegas kopling (berbentuk piringan cembung) sehingga *drive plate* dan *driven plate* saling renggang dan memutuskan hubungan kopling kedua. Dengan bebasnya kopling kedua ini tenaga tidak dapat diteruskan dari *primary driven gear* ke poros counter, sehingga pemindahan gigi dapat dilakukan dengan lembut.



Gambar 5. Penampang Kopling Kedua

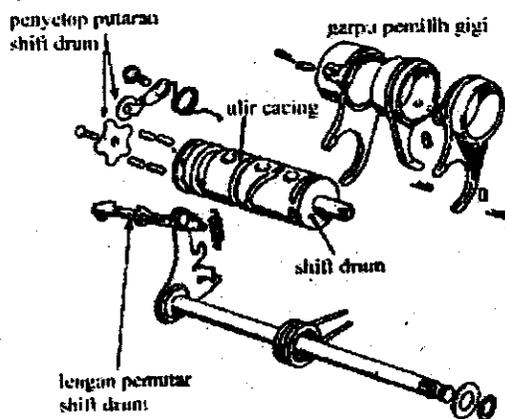
1.2 Gigi Transmisi (*Gear Box*)

Gigi transmisi berfungsi mengatur tingkat kecepatan dan gaya dorong mesin sesuai dengan kondisi yang dialami sepeda motor. Perangkat utama gigi transmisi ini ditempatkan pada kotak gigi (*gear box*). Jumlah gigi yang ada pada *gear box* ini bergantung pada model dan kegunaan sepeda motor yang bersangkutan.

Mekanisme Pemindahan Gigi

Pada saat pedal pemindahan gigi ditekan, poros pemindah gigi berputar. Bersamaan

dengan itu lengan pemutar *shift drum* akan mengait dan mendorong *shift drum* hingga dapat berputar. Pada bagian *shift drum* dipasang garpu pemilih gigi yang diberi *pin* (pasak). Pasak berfungsi untuk mengunci garpu pemilih pada bagian ulir cacing. Agar *shift drum* dapat berhenti berputar pada titik yang dikehendaki, maka pada bagian lainnya (dekat dengan pemutar *shift drum*) dipasang sebuah roda yang dilengkapi dengan pegas dan bintang penghenti putaran *shift drum*. Penghenti putaran *shift drum* ini dapat berbeda untuk jenis sepeda motor yang berbeda, tetapi prinsip kerjanya sama.



Gambar 6. Bagian Penggerak Transmisi

Garpu pemilih gigi dihubungkan dengan gigi geser (*sliding gear*). Gigi geser akan bergerak ke kiri atau ke kanan mengikuti gerakan garpu pemilih gigi. Bergeraknya gigi geser berarti mengunci gigi kecepatan yang dikehendaki dengan bagian poros tempat gigi itu berada.

Gigi geser baik yang berada pada poros utama (*main shaft*) maupun yang ada pada poros pembalik (*lay shaft*), tidak dapat berputar bebas pada porosnya. Lain halnya dengan gigi kecepatan (1,2,3,4, dan 5). Gigi-gigi ini dapat bebas berputar pada masing-masing porosnya. Jadi yang dimaksud gigi masuk adalah penguncian gigi kecepatan dengan poros tempat gigi itu berada, dan sebagai alat penguncinya adalah gigi geser.

2. Desain Transmisi Otomatis

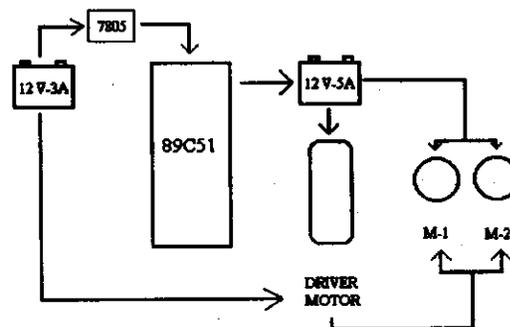
2.1 Perencanaan Perangkat Keras

Perencanaan perangkat keras untuk sistem otomasi ini meliputi perencanaan pemisahan *supply* (*microcontroller* dengan *driver motor*), perencanaan *microcontroller* ATME89C51,

perencanaan sensor pendeteksi putaran roda, perencanaan saklar pendeteksi posisi gigi transmisi, perencanaan *driver motor* DC.

Power Supply

Dilakukannya pemisahan *power supply* antara *microcontroller* dengan *driver motor*, karena untuk menjaga terjadinya kekacauan dalam sistem *hardware*. Hal ini disebabkan arus total dari kedua motor DC sebesar $\pm 4,8$ ampere, sedangkan baterai dari sepeda motor memiliki kapasitas arus maksimal sebesar 5 ampere (dalam kenyataan sekitar 4-4,5 ampere). Keadaan tersebut yang membuat sistem menjadi kacau karena kekurangan arus. Untuk *microcontroller* diberi *supply* berupa aki 12 Volt – 3 Ampere, sedangkan untuk kedua motor DC diberi *supply* berupa aki 12 Volt – 5 Ampere.



Gambar 7. Alur Power Supply

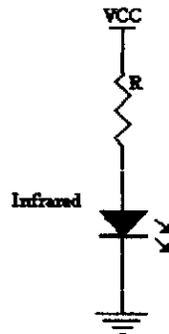
Microcontroller ATME89C51

Microcontroller sebagai otak utama untuk menggerakkan dan mengaktifkan dua buah motor DC sehingga gigi transmisi dapat berpindah secara otomatis sesuai dengan tingkat kecepatan dari sepeda motor. Selain itu *microcontroller* digunakan juga untuk mendeteksi putaran roda dan posisi dari gigi transmisi.

Sensor Pendeteksi Putaran Roda

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi roda adalah *infrared* (sebagai *transmitter*) dan *photodiode* (sebagai *receiver*). Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa pada lingkaran *speedometer* telah diberi warna hitam dan putih (5 hitam dan 5 putih) yang bertujuan agar pada saat *infrared* aktif, *photodiode* dapat membedakan kedua warna tersebut. Pada saat sinar dari *infrared* mengenai warna hitam, sinar pantulan dari *infrared* tidak dipantulkan dan *photodiode* tidak menerima sinar dari *infrared* sehingga *logic* yang dikirim ke *microcontroller* berupa

logic low. Ketika sinar dari *infrared* mengenai warna putih, sinar pantulan dari *infrared* dipantulkan dan diterima oleh *photodiode* dengan sempurna sehingga *logic* yang dikirim ke *microcontroller* berupa *logic high*.



Gambar 8. Rangkaian *Infrared*

Untuk dapat mengaktifkan fungsi *infrared* sebagai *transmitter*, maka diperlukannya tegangan dan arus yang cukup. Dari data – data yang diperoleh, *infrared* membutuhkan :

- Arus *forward* (I_f) sebesar 10 – 30 mA, diambil nilai 10 mA.
- Tegangan *forward* (V_f) sebesar 1,18 – 1,5 Volt, diambil nilai 1,3 Volt

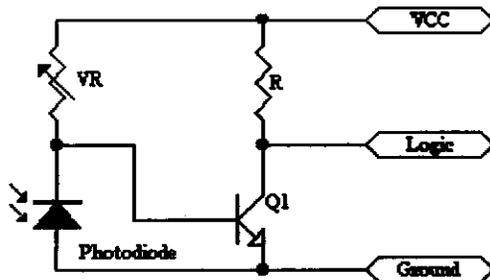
Tegangan yang diperoleh dari perangkat keras sebesar 5 Volt sedangkan tegangan *forward* dari *infrared* sebesar 1,3 volt, maka diperlukannya penurunan tegangan agar *infrared* dapat bekerja dengan baik dan aman. Untuk menurunkan tegangan dari 5 volt menjadi 1,3 volt, maka perlu diberikan sebuah resistor sebelum arus masuk ke *infrared* (Gambar 3.16.). Dari gambar di atas dapat diperoleh rumus untuk mencari nilai hambatan sebagai berikut :

$$V_{resistor} (V_r) = V_{cc} - V_f \quad (1)$$

$$V_r = 5 - 1,3 \text{ Volt} = 3,7 \text{ Volt}$$

$$I_r = I_f = 10 \text{ mA}$$

$$R = \frac{V_r}{I_r} = \frac{3,7}{10^{-2}} = 370 \text{ Ohm} \approx 330 \text{ Ohm} \quad (2)$$



Gambar 9. Rangkaian Photodiode

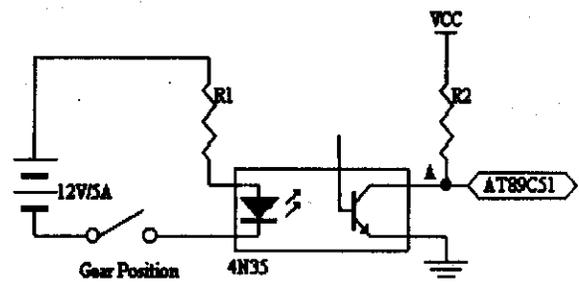
Pada gambar 9 *photodiode* yang dipasang terbalik bertujuan untuk mendapatkan tegangan *reverse* dari *photodiode* yang digunakan untuk mengaktifkan transistor Q1. Apabila *photodiode* dipasang tidak terbalik maka rangkaian tersebut tidak akan berjalan dengan baik dikarenakan arus akan mengalir langsung dari VCC menuju *ground* melalui *photodiode*. Hal ini mengakibatkan *basis* dari transistor tidak akan pernah mendapatkan arus I_b , sehingga transistor tidak akan pernah aktif.

Saklar Pendeteksi Posisi Gigi Transmisi

Sebenarnya saklar penunjuk posisi gigi transmisi ini sudah ada di sepeda motor, hanya saja saklar ini berhubungan langsung dengan *ground* dari sepeda motor pada saat saklar dalam posisi *close*. Sehingga untuk memisahkan *supply* antara sepeda motor dengan *microcontroller* digunakan rangkaian *optocoupler*.

Pada saat saklar penunjuk gigi transmisi dalam keadaan *close*, maka arus *forward* (I_f) akan mengalir dan mengaktifkan *infrared* yang terdapat pada *optocoupler* 4N35. Dengan aktifnya *infrared* ini mengakibatkan *basis* transistor mendapatkan arus (I_b), sehingga transistor dalam keadaan aktif dan selanjutnya menjadi saturasi.

Pada keadaan saturasi tegangan antara *collector* dan *emitter* sebesar 0,2 volt atau sebanding dengan *ground* sehingga tegangan di titik A sama dengan nol, yang mengakibatkan *microcontroller* mendapatkan *logic low*.



Gambar 10. Rangkaian Dasar Pendeteksi Gigi Transmisi

Apabila saklar penunjuk gigi transmisi dalam keadaan *open*, maka *infrared* yang terdapat pada *optocoupler* 4N35 tidak aktif dikarenakan tidak adanya arus I_f yang mengalir. Dengan tidak aktifnya *infrared* ini mengakibatkan *basis* transistor tidak mendapatkan arus (I_b), sehingga transistor dalam keadaan *cut – off*. Oleh karena itu pada titik A terdapat beda tegangan terhadap *ground* sebesar 5 volt yang mengakibatkan *microcontroller* mendapat *logic high*

Data – data :
 Vcc = 5 Volt
 Arus forward (If) = 10 – 30 mA, diambil nilai 10 mA
 Tegangan forward (Vf) = 1,18 – 1,5 Volt, diambil nilai 1,3 Volt

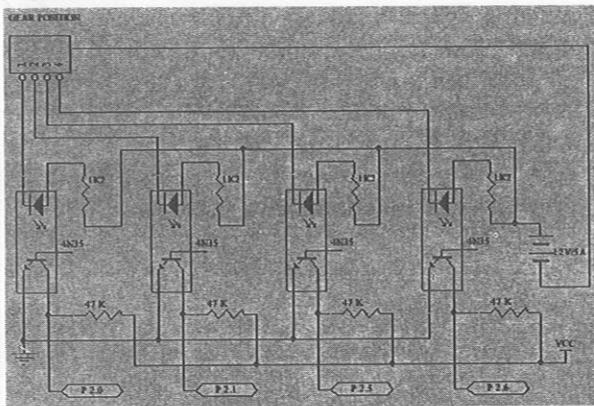
Dari data – data yang diperoleh, maka dapat ditentukan besar nilai hambatan R1 dan R2 agar rangkaian dapat berjalan dengan baik dan aman sebagai berikut :

$$VR1 = 12 - 1,3 = 10,7 \text{ Volt} \quad (3)$$

$$IR1 = If = 10 \text{ mA} \quad (4)$$

$$R1 = VR1 / IR1 = 10,7 / 10^{-2} = 1070 \text{ Ohm} \approx 1000 \text{ Ohm}$$

Seperti yang diketahui di atas, pada saat titik A memiliki nilai yang sebanding dengan ground maka microcontroller mendapat logic low. Dimana arus yang boleh masuk ke microcontroller (I_{IL}) dibatasi sebesar 50 μA. Sedangkan untuk R2 diberi nilai tahanan sebesar 10 – 47 KOhm, yang berfungsi sebagai pull – up.



Gambar 11. Rangkaian Penunjuk Gigi Transmisi

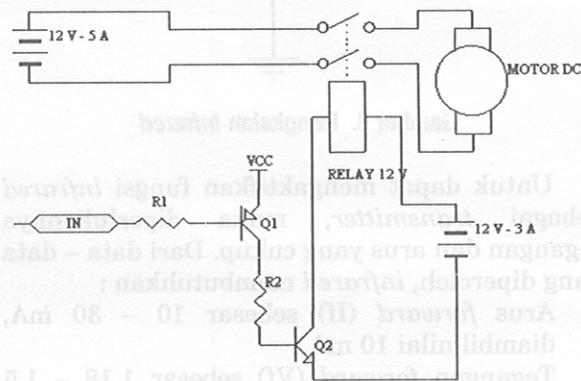
Rangkaian penunjuk gigi transmisi secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 11, dimana titik A pada gambar 2.4 dihubungkan masing – masing ke microcontroller melalui port 2.0 (gigi 1), port 2.1 (gigi2), port 2.5 (gigi 3), port 2.6 (gigi 4).

Driver Motor DC

Perencanaan driver motor DC-1 (menggerakkan tuas kopling) menggunakan 1 buah transistor PNP dan 1 buah transistor NPN, dimana kedua transistor ini akan mengaktifkan relay 12 volt. Relay inilah yang menghubungkan tegangan aki 12 Volt – 5 Ampere dengan motor

DC-1. Pada dasarnya perencanaan driver motor DC-2 sama dengan driver motor DC-1, hanya saja pada driver motor DC-2 dibutuhkan relay sebanyak 2 buah sehingga dibutuhkan juga 2 buah transistor PNP dan 2 buah transistor NPN. Jenis transistor PNP akan aktif jika diberi logic 'low' sedangkan NPN akan aktif jika diberi logic 'high'.

Kemampuan AT89C51 yang memiliki arus I_{OL} sebesar 1,6 mA inilah yang digunakan untuk mengaktifkan transistor PNP. Rangkaian driver motor DC dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 12. Dasar Driver Motor DC

Prinsip kerja dari rangkaian di atas terletak pada input yang diberikan pada basis transistor pertama. Jika basis transistor pertama (Q1) mendapatkan logic low (V_{eb1} = 0,7

Volt) sampai Q1 dalam keadaan saturasi maka arus akan mengalir menuju basis transistor kedua untuk mengaktifkan transistor kedua (V_{be2} = 0,7 volt). Pada keadaan ini kedua transistor berada dalam kondisi saturasi, yang mengakibatkan relay menjadi aktif dan pada akhirnya motor akan bergerak. Data- Data :

- Vcc = 5 Volt
- Vrelay = 12 Volt - Vce(3.12) = 12 - 0,2 = 11,8 V
- Irelay = 100 mA

2.2 Perencanaan Software

Perencanaan dan pembuatan software sistem otomatis ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu perencanaan timer interrupt software dan software utama. Perencanaan software juga sangat berperan dalam penentuan batas – batas perpindahan gigi transmisi baik naik maupun turun. Berikut disertakan bagan flowchart yang mendukung perencanaan dan pembuatan software sistem kontrol :

Tabel 1. Perencanaan Software dengan Perpindahan Gigi Transmisi naik

Gigi Transmisi	Jumlah Counter/Kecepatan Km/jam
1-2	≥ 14
2-3	≥ 28
3-4	≥ 48

Tabel 2. Perencanaan Software dengan Perpindahan Gigi Transmisi Turun

Gigi Transmisi	Jumlah Counter/Kecepatan Km/jam
4-3	≤ 38
3-2	≤ 21
2-1	≤ 10

Tabel 3. Tingkat Kecepatan Pada Setiap Perpindahan Gigi Transmisi Naik

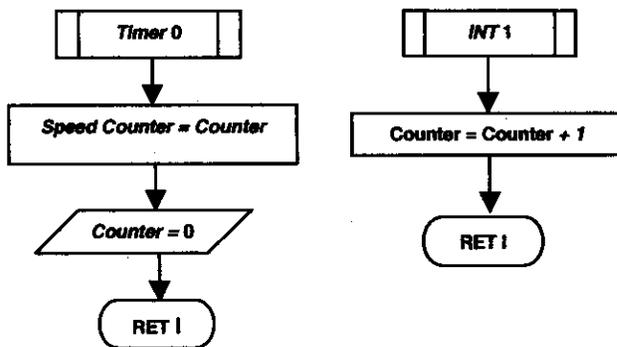
Gigi Transmisi	Kecepatan (Km/h)
1-2	18
2-3	37
3-4	60

Tabel 4. Tingkat Kecepatan Pada Setiap Perpindahan Gigi Transmisi Turun

Gigi Transmisi	Kecepatan (Km/h)
4-3	49
3-2	32
2-1	13

External Interrupt Software

Dalam *microcontroller* AT89C51 memiliki dua fasilitas *external interrupt*, yaitu *external interrupt 0* dan *external interrupt 1*. Hanya *external interrupt 1* yang digunakan untuk mendeteksi putaran yang dihasilkan oleh *speedometer*. *Interrupt 1* menghitung pulsa yang dihasilkan oleh sensor putaran roda, dimana setiap 500 milidetik data tersebut diambil dan di-nol-kan kembali. Proses penghitungan 500 milidetik ini menggunakan fasilitas *timer* pada *microcontroller* AT89C51 dengan *mode 0*. Oleh karena itu hasil dari *counter* tersebut dikalikan 2 agar didapat perhitungan per detiknya.



Gambar 13. Flowchart Menghitung Speed Counter

3. Hasil Pengujian

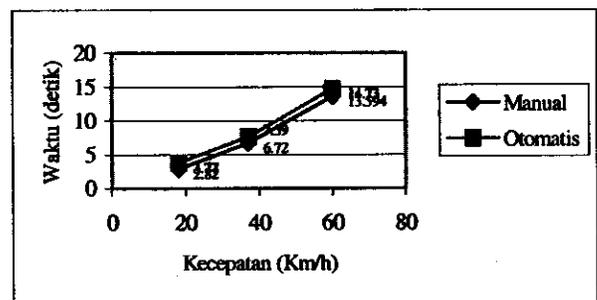
Pengujian Percepatan Sepeda Motor

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran waktu yang diperlukan untuk mencapai kecepatan tertentu, dimana kecepatan tersebut digunakan sebagai acuan dari posisi gigi transmisi. Tingkat kecepatan untuk tiap perpindahan gigi sudah terlebih dahulu ditentukan dan sudah di - *setting* pada *microcontroller*.

Pengujian ini dilakukan dalam tiga kondisi yang berbeda yaitu untuk jalan lurus, jalan naik, dan jalan turun. Hal ini bertujuan untuk mengetahui respon kendaraan dengan sistem transmisi *manual* dan otomatis pada ketiga kondisi tersebut. Pengujian percepatan sepeda motor ini dilakukan dengan menarik kabel gas yang relatif sama, agar dapat diambil nilai rata-rata yang relatif sama pula.

Kondisi Jalan Lurus

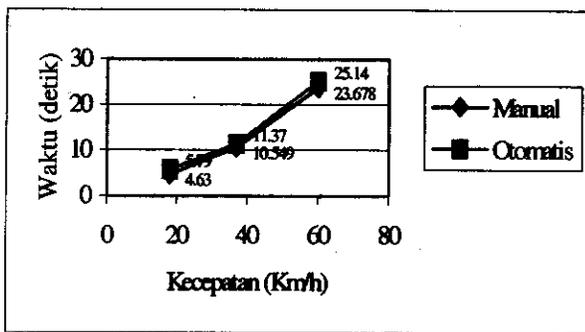
Pengujian ini dilakukan di Jl. Raya Jemursari, Surabaya. Pengujian dilakukan selama sepuluh kali dan diambil nilai rata-ratanya. Dari data -data yang diperoleh, dapat dihitung tingkat percepatan dari kecepatan 0-60 Km/jam. Untuk sistem transmisi *manual* diperoleh tingkat percepatan rata-rata 1,23 m.s⁻², sedangkan untuk sistem otomatis diperoleh tingkat percepatan rata-rata 1,13 m.s⁻².



Gambar 14. Grafik Waktu Yang Ditempuh Pada Jalan Lurus

Kondisi Jalan Naik

Pengujian ini dilakukan di Jl.Pakis Gunung, Surabaya dengan kemiringan $\pm 30^\circ$. Pengujian dilakukan selama sepuluh kali dan diambil nilai rata-ratanya.

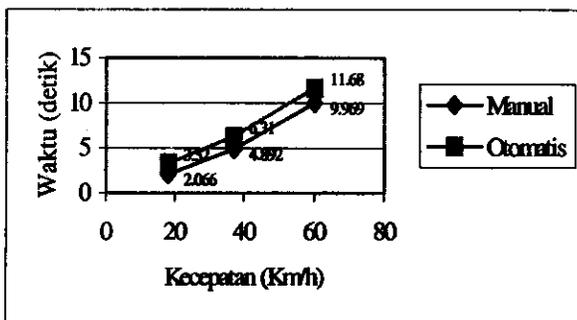


Gambar 15. Grafik Waktu Yang Ditempuh Pada Jalan Naik

Dari data-data yang diperoleh, dapat dihitung tingkat percepatan dari kecepatan 0 – 60 Km/jam. Untuk sistem transmisi *manual* diperoleh tingkat percepatan rata-rata $0,7 \text{ m.s}^{-2}$, sedangkan untuk sistem otomatis diperoleh tingkat percepatan rata-rata $0,66 \text{ m.s}^{-2}$.

Kondisi Jalan Turun

Pengujian ini dilakukan di Jl. Mayjen Sungkono, Surabaya dengan tingkat kemiringan $\pm 20^\circ$. Pengujian dilakukan selama sepuluh kali dan diambil nilai rata – ratanya. Dari data – data yang diperoleh, dapat dihitung tingkat percepatan dari kecepatan 0 – 60 Km/jam. Untuk sistem transmisi *manual* diperoleh tingkat percepatan rata-rata $1,67 \text{ m.s}^{-2}$, sedangkan untuk sistem otomatis diperoleh tingkat percepatan rata-rata $1,43 \text{ m.s}^{-2}$.



Gambar 16. Grafik Waktu Yang Ditempuh Pada Jalan Turun

Dapat dilihat pada data di atas bahwa adanya selisih waktu antara sistem transmisi *manual* dengan otomatis yang berkisar antara 1 – 2 detik untuk semua kondisi jalan, dimana tingkat percepatan dari sistem otomatis lebih lambat dibandingkan dengan *manual*. Hal ini terjadi karena pada sistem transmisi otomatis menggunakan motor DC-1 untuk menggerakkan tuas kopling, dimana respon dari motor DC

- 1 ini lambat. Untuk mencari motor DC yang cepat tapi torsiya besar sangatlah sulit. Pada sistem yang dibuat ini lebih memerlukan torsi yang besar dari motor DC, tapi juga tidak mengesampingkan faktor kecepatan dari motor DC.

Pada sistem pemindahan gigi transmisi otomatis ini operasional kopling perlu diubah menjadi manual. Kopling tidak lagi beroperasi secara otomatis menurut tingkat putaran mesin, tetapi dikendalikan oleh motor. Pelepasan dan pengkopelan kopling terjadi sesaat sebelum dan sesudah pemindahan gigi transmisi. Dampak perubahan mekanisme pengoperasian kopling ini terasa ketika terjadi perubahan gigi transmisi Kendaraan. sedikit terasa menghentak karena pelepasan dan pengkopelan kopling tidak sinkron dengan tingkat putaran mesin pada saat itu.

4. Kesimpulan

1. Respon dari sistem transmisi otomatis (pada sistem ini) lebih lambat daripada sistem transmisi *manual*, hal ini dapat dilihat pada tingkat percepatan masing – masing sistem untuk mencapai kecepatan 60 Km/jam untuk semua kondisi jalan
2. Motor DC – 1 yang dipakai terlalu lambat sehingga mempengaruhi respon yang lambat dari sistem transmisi otomatis
3. Perlu pengatur mekanisme pelepas/pengkopel kopling yang mengacu pada tingkat putaran mesin agar tidak terjadi hentakan pada saat pemindahan gigi transmisi.
4. Sering terganggunya *microcontroller* AT89C51 karena adanya getaran – getaran elektrik (sistem pengapian dan pengisian) yang berupa gangguan medan elektromagnetik, dan getaran mekanik (getaran dari kerangka) dari sepeda motor dikarenakan umur dari sepeda motor yang sudah usang.

Daftar Pustaka

1. Suganda, H and Kagemaya. *Pedoman Perawatan Sepeda Motor*, Jakarta, PT, Pradnya Paramita, 1984.
2. Sutrisno, O. and Yakob. *Petunjuk Kerja Pemeliharaan dan Perbaikan Sepeda Motor*, Jakarta, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1983.

3. Terrel, David L. *Op Amps Design, Application and Troubleshooting*, Washington, Butterworth-Heinemann, 1996.
4. Williams, Arthur B. *Designer's Handbook of Integrated Circuits*, New York, McGraw-Hill, 1989.