

INTISARI

Perkembangan kendaraan alternatif dari kendaraan berbahan bakar fosil menjadi penelitian yang sedang banyak dilakukan oleh banyak pihak di dunia otomotif, salah satunya adalah tim Arjuna *Electric Vehicle* UGM. Pada mobil balap yang menggunakan transmisi manual, pengemudi harus berkonsentrasi tidak hanya pada lintasan namun juga harus berkonsentrasi pada alur penggantian gigi pada transmisi manual, yang disebut *shifting*. Untuk meningkatkan konsentrasi pengemudi terhadap lintasan dan juga meningkatkan performa mobil balap listrik, pada penelitian ini dibuat suatu sistem yang dapat mengatur alur pergantian gigi pada transmisi manual secara otomatis, yang disebut dengan *auto-shifting manual transmission*.

Penelitian ini diawali dengan dilakukannya proses pemrograman transmisi *auto-shifting* pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 Rev 3 dan Arduino Uno R3 melalui *software* Simulink, beserta pemrograman *fuzzy logic controller* yang digunakan di dalam program *auto-shifting*. Proses optimasi dilakukan dengan pengambilan data performa mobil pada tiap gigi. Pengambilan data – data akselerasi, kecepatan, dan waktu tempuh dilakukan dengan menggunakan sistem *auto-shifting Race Mode*. Sistem ini memberikan perintah penggantian gigi secara otomatis pada putaran motor tinggi. Pada sistem *Race Mode* penggantian gigi dilakukan ketika kecepatan mobil sudah tidak dapat meningkat secara signifikan. Dari grafik kecepatan ini ditarik tiga buah kemungkinan nilai putaran motor BLDC, yaitu nilai maksimum dari grafik tersebut (MAX), nilai rata – rata dari grafik tersebut (AVG), dan nilai dimana grafik landai mulai terbentuk (GRAD). Dari hasil optimasi ini didapatkan nilai kecepatan putar motor BLDC untuk gigi 1 ke gigi 2, gigi 2 ke gigi 3, dan gigi 3 ke gigi 4 secara berturut – turut adalah 1740,90 rpm, 1659,03 rpm, dan 1613,48 rpm.

Analisis perbandingan performa antara mobil listrik Arjuna yang menggunakan sistem transmisi *auto-shifting Race Mode* dengan sistem transmisi *Manual Mode* dilakukan. Perbedaan akselerasi antara mobil listrik Arjuna dengan sistem transmisi *auto-shifting Race Mode* dengan *Manual Mode* adalah sebesar 1944 km/h^2 atau $0,15 \text{ m/s}^2$. Hal ini dapat terjadi karena pada sistem transmisi *Manual Mode* pengemudi tidak mengetahui secara pasti kecepatan putar optimum motor BLDC. Terdapat sedikit perbedaan pada kecepatan maksimum antara mobil listrik Arjuna dengan sistem transmisi *auto-shifting Race Mode* dan *Manual Mode* sebesar $0,33 \text{ km/jam}$. Hal ini dapat terjadi karena kedua jenis sistem transmisi ini menggunakan *gearbox* yang sama. Walaupun hanya terdapat sedikit perbedaan kecepatan maksimum pada kedua jenis sistem transmisi ini, namun terdapat perbedaan yang besar pada waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan maksimum tersebut. Selain itu, terdapat perbedaan waktu tempuh lintasan yaitu sebesar 3,92 detik. Hal ini dapat terjadi karena antara kedua sistem transmisi ini terdapat perbedaan akselerasi dan kecepatan maksimum yang memengaruhi performa waktu tempuh lintasan.

Kata kunci : *auto-shifting*, transmisi manual, mobil listrik, *fuzzy logic*, simulink.

ABSTRACT

Recently, many research topics had been conducted to develop electric vehicle technologies, such as electric motor, drivetrain of electric vehicle, and battery technologies. There are many researches from around the world that focus on electric vehicle technologies, one of them being a research team for electric race cars, Arjuna Electric Vehicle Universitas Gadjah Mada. In a race car that uses manual transmission, the driver has to be more focus in driving, not only on the track but also on the shifting operation. In this research, an automatic shift control on manual transmission, named auto-shifting manual transmission, is developed. This system aims to increase the driver's focus while driving the electric race car and increasing the car's performance.

This research is started with the initiation of programming process of auto-shifting transmission system with fuzzy logic controller on Arduino Mega 2560 Rev 3 and Arduino Uno R3 through Simulink software. Then optimization process of BLDC rotational speed in auto-shifting program is done. The optimum rotational speed values can be achieved with carry out experiment for every ratio's character in the gearbox, which are indicated by the graph produced by the Simulink program. In the Race Mode system, the shifting is done when the electric race car's speed is not changing significantly or in peak condition. This condition can be indicated by a small slope of line in a graph of car's velocity. Then, three values are taken from this experiment graph, which are the maximum value of the graph (MAX), the average value of the graph (AVG), and the value which indicates a point of slope change on the graph (GRAD). From the experiment result, it can be known that the value of RPM Upper Limit for first ratio to second ratio, second ratio to third ratio, and third ratio to fourth ratio consecutively are 1740,90 rpm, 1659,03 rpm, and 1613,48 rpm.

From the experiments, it can be analyzed that there is a different value of acceleration between Arjuna electric race car with auto-shifting Race Mode transmission system and Manual Mode transmission system, which is 1944 km/h^2 or $0,15 \text{ m/s}^2$. This different value can be achieved because on Manual Mode transmission system, the driver can not determine the optimum value of BLDC motor rotational speed while operating shifting process manually. There is a different value of top speed between Arjuna electric race car with auto-shifting Race Mode transmission system and Manual Mode transmission system, which is $0,33 \text{ km/hour}$. It can be achieved because both of the systems are using the same gearbox on the same car, but there is a different value of time between those systems to achieve the top speed. There is a different value of acceleration between Arjuna electric race car with auto-shifting Race Mode transmission system and Manual Mode transmission system, which is $3,92 \text{ seconds}$. It can be achieved because both of those system has different acceleration value. This acceleration value is very important for Arjuna electric race car to achieve less time when accelerate from 0 km/hour in starting line. Moreover, acceleration value is important in achieving maximum performance after cornering.

Keyword: auto-shifting, manual transmission, electric car, fuzzy logic, simulink