TUGAS AKHIR - TM091486

PEMODELAN DAN SIMULASI MOBIL SAPU ANGIN SURYA GENERASI KEDUA GUNA MEMAKSIMALKAN PERFORMA DI *WORLD SOLAR CHALLENGE* 2015

SITI CHOIRUN NISA
2109100014

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Nur Yuniarto, ST

PROGRAM STUDI SARJANA
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2014

TUGAS AKHIR - TM091486

MODELLING AND SIMULATION OF SAPU ANGIN SURYA SECOND GENERATION TO MAXIMIZE PERFORMANCE ON WORLD SOLAR CHALLENGE 2015

SITI CHOIRUN NISA
2109100014

Faculty Advisor
Dr. Muhammad Nur Yuniarto, ST

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2014

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR (TM091486)

PEMODELAN DAN SIMULASI MOBIL SAPU ANGIN SURYA GENERASI KEDUA GUNA MEMAKSIMALKAN PERFORMA DI *WORLD SOLAR CHALLENGE* 2015

TUGAS AKHIR
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun Oleh :
SITI CHOIRUN NISA
NRP. 2109100014

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. M. Nur Yuniarto
   NIP. 195706301998621001 .....(Pembimbing)
2. Arif Wahyudi, ST., MT., PhD.
   NIP. 197303222001121001 .....(Penguji I)
3. M. Khoirul Effendi, ST., MSc. Eng
   NIP. 198204142010121001 .....(Penguji II)
4. Dr. Eng. Sutikno, ST., MT.
   NIP. 197004121997032003 .....(Penguji III)

SURABAYA
JULI 2014

PEMODELAN DAN SIMULASI MOBIL SAPU ANGIN SURYA GENERASI KEDUA GUNA MEMAKSIMALKAN PERFORMA DI *WORLD SOLAR CHALLENGE* 2015

Nama Mahasiswa : Siti Choirun Nisa
NRP : 2109 100 014
Jurusan : Teknik MesinFTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Nur Yuniarto

Abstrak

Di era globalisasi seperti sekarang, isu mengenai kelangkaan bahan bakar fosil semakin membuat masyarakat di seluruh dunia mencari solusi untuk pemecahan permasalahan tersebut. Alternatif energi menjadi salah satu solusi dalam menggantikan keberadaan bahan bakar fosil pada saat ini. Alternatif energi yang ditawarkan beraneka ragam mulai dari angin, surya dan sebagainya. Sebagai salah satu perguruan tinggi negeri yang peduli terhadap kelangsungan hidup genrasi penerus bangsa maka Institut Sepuluh Nopember membuat kendaraan bertenaga surya. Kendaraan bertenaga surya ini dinamakan Sapu Angin Surya, kendaraan ini diikutkan dalam kompetisi Internasional yaitu *World Solar Challenge 2013*. Namun pada bulan Oktober 2013 lalu, Sapu Angin Surya tidak bisa menunjukkan performa yang baik dalam *World Solar Challenge 2013*. Untuk itu di *World Solar Challenge 2015* akan dibuat kendaraan bertenaga surya oleh mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember bernama Sapu Angin Surya Generasi Kedua. Diharapkan Sapu Angin Surya Generasi Kedua bisa menunjukkan performa terbaiknya, sehingga bisa mengharumkan nama Institut Teknologi Sepuluh Nopember khususnya dan Indonesia pada umumnya di dunia Internasional. Oleh sebab itu, pada penelitian tugas akhir ini akan dibahas mengenai Pemodelan dan Simulasi dari Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua sehingga akan diperoleh hasil simulasi mengenai performa Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua, sekaligus bisa menjadi evaluasi.

Dalam penelitian ini Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua dimodelkan menggunakan *software MATLAB/Simulink* dengan properties dan parameter yang sudah disesuaikan dengan mobil yang akan dibuat. Pemodelan yang dilakukan sudah hampir mendekati kondisi nyatanya. Seperti contohnya pemodelan *driving cycle* disesuaikan dengan rute beserta dengan limit kecepatan yang berlaku di Australia sepanjang 3021 kilometer, kemudian juga untuk daya yang dibangkitkan oleh sel surya sudah disesuaikan dengan letak geografis benua Australia dan kota-kota yang dilalui pada saat perlombaan. Selain itu dinamika kendaraan juga dimodelkan sehingga diketahui gaya traksi kendaraan, daya, torsi, rpm, serta energi yang dibutuhkan oleh Mobil Sapu Angin Surya generasi kedua.

Dari hasil penelitian terlihat bahwa pemodelan dan simulasi ini bisa digunakan sebagai referensi *racing strategy* mengenai *energy maintenance* di World Solar Challenge 2015. Hasil dari pemodelan dan simulasi mobil sapu angin surya generasi kedua adalah mengetahui motor yang akan digunakan untuk perlombaan *World Solar Challenge 2015* dan *racing strategy* setiap hari nya dimana perlombaan yang menempuh jarak sejauh 3021 kilometer ini dapat ditempuh selama empat hari.

Kata Kunci : pemodelan dan simulasi, MATLAB/Simulink, mobil surya, konsumsi energy

PEMODELAN DAN SIMULASI MOBIL SAPU ANGIN SURYA GENERASI KEDUA GUNA MEMAKSIMALKAN PERFORMA DI *WORLD SOLAR CHALLENGE* 2015

Nama Mahasiswa : Siti Choirun Nisa
NRP : 2109 100 014
Jurusan : Teknik MesinFTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. M. Nur Yuniarto

Abstrak

Di era globalisasi seperti sekarang, isu mengenai kelangkaan bahan bakar fosil semakin membuat masyarakat di seluruh dunia mencari solusi untuk pemecahan permasalahan tersebut. Alternatif energi menjadi salah satu solusi dalam menggantikan keberadaan bahan bakar fosil pada saat ini. Alternatif energi yang ditawarkan beraneka ragam mulai dari angin, surya dan sebagainya. Sebagai salah satu perguruan tinggi negeri yang peduli terhadap kelangsungan hidup genrasi penerus bangsa maka Institut Sepuluh Nopember membuat kendaraan bertenaga surya. Kendaraan bertenaga surya ini dinamakan Sapu Angin Surya, kendaraan ini diikutkan dalam kompetisi Internasional yaitu *World Solar Challenge 2013*. Namun pada bulan Oktober 2013 lalu, Sapu Angin Surya tidak bisa menunjukkan performa yang baik dalam *World Solar Challenge 2013*. Untuk itu di *World Solar Challenge 2015* akan dibuat kendaraan bertenaga surya oleh mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember bernama Sapu Angin Surya Generasi Kedua. Diharapkan Sapu Angin Surya Generasi Kedua bisa menunjukkan performa terbaiknya, sehingga bisa mengharumkan nama Institut Teknologi Sepuluh Nopember khususnya dan Indonesia pada umumnya di dunia Internasional. Oleh sebab itu, pada penelitian tugas akhir ini akan dibahas mengenai Pemodelan dan Simulasi dari Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua sehingga akan diperoleh hasil simulasi mengenai performa Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua, sekaligus bisa menjadi evaluasi.

Dalam penelitian ini Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua dimodelkan menggunakan *software MATLAB/Simulink* dengan properties dan parameter yang sudah disesuaikan dengan mobil yang akan dibuat. Pemodelan yang dilakukan sudah hampir mendekati kondisi nyatanya. Seperti contohnya pemodelan *driving cycle* disesuaikan dengan rute beserta dengan limit kecepatan yang berlaku di Australia sepanjang 3021 kilometer, kemudian juga untuk daya yang dibangkitkan oleh sel surya sudah disesuaikan dengan letak geografis benua Australia dan kota-kota yang dilalui pada saat perlombaan. Selain itu dinamika kendaraan juga dimodelkan sehingga diketahui gaya traksi kendaraan, daya, torsi, rpm, serta energi yang dibutuhkan oleh Mobil Sapu Angin Surya generasi kedua.

Dari hasil penelitian terlihat bahwa pemodelan dan simulasi ini bisa digunakan sebagai referensi *racing strategy* mengenai *energy maintenance* di World Solar Challenge 2015. Hasil dari pemodelan dan simulasi mobil sapu angin surya generasi kedua adalah mengetahui motor yang akan digunakan untuk perlombaan *World Solar Challenge 2015* dan *racing strategy* setiap hari nya dimana perlombaan yang menempuh jarak sejauh 3021 kilometer ini dapat ditempuh selama empat hari.

Kata Kunci : pemodelan dan simulasi, MATLAB/Simulink, mobil surya, konsumsi energy

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas anugerah, berkah dan hidayah-Nya laporan Tugas Akhir yang berjudul "Pemodelan Dan Simulasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua Guna Memaksimalkan Performa Di *World Solar Challenge* 2015" ini dapat diselesaikan.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Muhammad Nur Yuniarto selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan serta pelajaran selama pembuatan dan penyelesaian mobil juga selama perlombaan berlangsung.
2. Orangtua serta seluruh keluarga yang telah banyak memberikan dukungan moral.
3. Seluruh tim *ITS Solar Car Racing Team* dan tim Molina ITS yang telah banyak membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan kerja praktek ini masih belum sempurna, baik dari analisis yang penulis lakukan maupun dalam penulisan laporan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 8 Juli 2014

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ID i
HALAMAN JUDUL EN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
ABSTRAK ID iv
ABSTRAK EN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xi
1. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Tugas Akhir 2
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Tugas Akhir 3
1.6 Sistematika Laporan 3
2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Pendahuluan 4
2.2 Kajian Terdahulu 5
2.3 Dasar Teori 12
2.3.1 Mobil Tenaga Surya 12
2.3.2 World Solar Challenge 13
2.3.3 Dinamika Kendaraan 42
2.3.4 Sel Surya 44
2.3.5 MATLAB/Simulink 61
3 METODOLOGI 63
3.1 Metodologi Penelitian 63
3.2 Identifikasi Permasalahan dan Variabel 64
3.2.1 Data Sapu Angin Surya Generasi Kedua 64
3.2.2 Data *Driving Cycle* 64
3.2.3 Data Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya 67
3.3 Identifikasi Permasalahan 70
3.4 Studi Literatur 70
3.5 Pemodelan Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua Menggunakan *Software MATLAB/Simulink* 70
3.5.1 Perhitungan Gaya Traksi 72
3.5.2 Perhitungan Daya Traksi 72
3.5.3 Perhitungan Torsi 72
3.5.4 Perhitungan Kecepatan 73
3.5.5 Perhitungan Energi yang Dibutuhkan 73
3.5.6 Perhitungan Energi yang Dibutuhkan 74
3.5.7 Perhitungan Energi yang Tersisa 74
3.6 Analisa 74
3.7 Kesimpulan 74
4 HASIL DAN ANALISA 75
4.1 Hasil dan Analisa *Driving Cycle* Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua 75
4.1.1 *Driving Cycle* Pada Hari Pertama 75

4.1.2 *Driving Cycle* Pada Hari Kedua 75
4.1.3 *Driving Cycle* Pada Hari Ketiga 76
4.1.4 *Driving Cycle* Pada Hari Keempat 76
4.2 Hasil dan Analisa Daya, Torsi dan Kecepatan Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua 77
4.2.1 Daya 77
4.2.2 Torsi 79
4.2.3 Kecepatan 80
4.2.4 Penentuan Motor Listrik Berdasarkan Analisa Daya, Torsi dan Kecepatan 81
4.3 Hasil dan Analisa Kebutuhan Energi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua 82
4.3.1 Hari Pertama 82
4.3.2 Hari Kedua 83
4.3.3 Hari Ketiga 84
4.3.4 Hari Keempat 85
5 KESIMPULAN DAN SARAN 87
5.1 Kesimpulan 87
5.2 Saran 88
DAFTAR PUSTAKA xii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rute *World Solar Challenge 2013* sejauh 3000 km (Sharp-World, 2011)..... 1
Gambar 1.2 Sapu Angin Surya Generasi Pertama (http//:www.worldsolarchallenge.org)..... 2
Gambar 2.1 Diagram Alir Konsumsi Energi pada Mobil Listrik (http://ocw.mit.edu/terms).... 4
Gambar 2.2 Diagram Alir Konsumsi Energi pada Mobil Surya (http://ocw.mit.edu/terms)..... 5
Gambar 2.3 Pemodelan hybrid electric vehicle (*Grundiz and Jason,* 2009)..... 6
Gambar 2.4 Model dari electric vehicle (*Bambang Sri Kaloko, Soebagio, Mauridhi Hery Purnomo,* 2011)..... 6
Gambar 2.5 Power flow dari model electric vehicle (*Bambang Sri Kaloko, dkk,* 2011)..... 7
Gambar 2.6 Simulasi model (*Bambang Sri Kaloko, dkk, 2011)*..... 7
Gambar 2.7 Komponen utama pada kendaraan bertenaga listrik (*Farhan A. Salem PhD, 2013)*..... 8
Gambar 2.8 Dasar pemodelan kendaraan bertenaga listrik menggunakan Simulink (*Farhan A. Salem, 2013)*..... 8
Gambar 2.9 Kurva step response dari pemodelan open loop mobil listrik (*Farhan A. Salem, 2013)*..... 8
Gambar 2.10 *Power system of solar* car (*Alexandra Boulgakov, 2012)*..... 9
Gambar 2.11 Sistem strategi kendaraan bertenaga surya (*Alexandra Boulgakov, 2012)*..... 9
Gambar 2.12 Simulink Electrical Power Train (*Asaf Erlich, dkk, 2011)*..... 10
Gambar 2.13 Simulink Solar Array (*Asaf Erlich, dkk, 2011)*..... 10
Gambar 2.14 *Simulink Recharge Battery* (*Asaf Erlich, dkk, 2011)*..... 10
Gambar 2.15 Mechanical Power Train (*Asaf Erlich, dkk, 2011)*..... 10
Gambar 2.16 Block Diagram dari Seluruh System (*Maria Beatriz Namorado Stoffel Feria, 2012)*..... 11
Gambar 2.17 Pemodelan Menggunakan Simulink (*Maria Beatriz Namorado Stoffel Feria, 2012)*..... 11
Gambar 2.18 Pemodelan Kendaraan Bertenaga Surya (*Team Apollo, 2011)*..... 12
Gambar 2.19 Mobil Tenaga Surya..... 13
Gambar 2.20 Sistem Pada Mobil Tenaga Surya..... 13
Gambar 2.21 Rute pada *World Solar Challenge*..... 13
Gambar 2.22 Dinamika Kendaraan..... 43
Gambar 2.23 Sel surya..... 44
Gambar 2.24 Sudut yang ditimbulkan oleh sinar matahari..... 46
Gambar 2.25 *Library Browser*..... 61
Gambar 2.26 Contoh Blok Simulink..... 62
Gambar 3.1 Diagram Alir Pemodelan dan Simulasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua..... 63
Gambar 3.2 Pemodelan mobil sapu angin surya generasi kedua menggunakan Software MATLAB/Simulink..... 70
Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan..... 71
Gambar 3.4 Pemodelan gaya traksi kendaraan menggunakan software MATLAB/Simulink. 72
Gambar 3.5 Pemodelan daya traksi kendaraan menggunakan software MATLAB/Simulink. 72
Gambar 3.6 Pemodelan torsi yang dibutuhkan oleh kendaraan menggunakan software MATLAB/Simulink..... 73
Gambar 3.7 Pemodelan kecepatan menggunakan *Software MATLAB/Simulink*..... 73

Gambar 3.8 Pemodelan energi yang dibutuhkan oleh sapu angin surya generasi kedua menggunakan software MATLAB/Simulink 73
Gambar 3.9 Pemodelan energi yang tersedia mobil sapu angin surya menggunakan software MATLAB/Simulink 74
Gambar 3.10 Pemodelan energi yang tersisa menggunakan software MATLAB/Simulink.... 74
Gambar 4.1 Grafik *driving cycle* pada hari pertama 75
Gambar 4.2 Grafik *driving cycle* pada hari kedua..... 76
Gambar 4.3 Grafik *driving cycle* pada hari ketiga..... 76
Gambar 4.4 Grafik *driving cycle* pada hari keempat..... 77
Gambar 4.5 Grafik daya yang dibutuhkan pada hari pertama..... 77
Gambar 4.6 Grafik daya yang dibutuhkan pada hari kedua 78
Gambar 4.7 Grafik daya yang dibutuhkan pada hari ketiga 78
Gambar 4.8 Grafik daya yang dibutuhkan pada hari keempat 78
Gambar 4.9 Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari pertama 79
Gambar 4.10 Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari kedua..... 79
Gambar 4.11 Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari ketiga 79
Gambar 4.12 Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari keempat..... 80
Gambar 4.13 Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari pertama 80
Gambar 4.14 Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari kedua..... 80
Gambar 4.15 Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari ketiga..... 81
Gambar 4.16 Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari keempat..... 81
Gambar 4.17 Grafik perbandingan T teoris dan T eksperimen vs P teoritis dan P eksperimen rancang bangun *Axial Brushless DC Motor (Hudha Rencana P. S, 2013)* 82
Gambar 4.18 Grafik kebutuhan energi pada hari pertama..... 83
Gambar 4.19 Grafik kebutuhan energi pada hari kedua..... 84
Gambar 4.20 Grafik kebutuhan energi pada hari ketiga..... 85
Gambar 4.21 Grafik kebutuhan energi pada hari keempat..... 86

DAFTAR TABEL

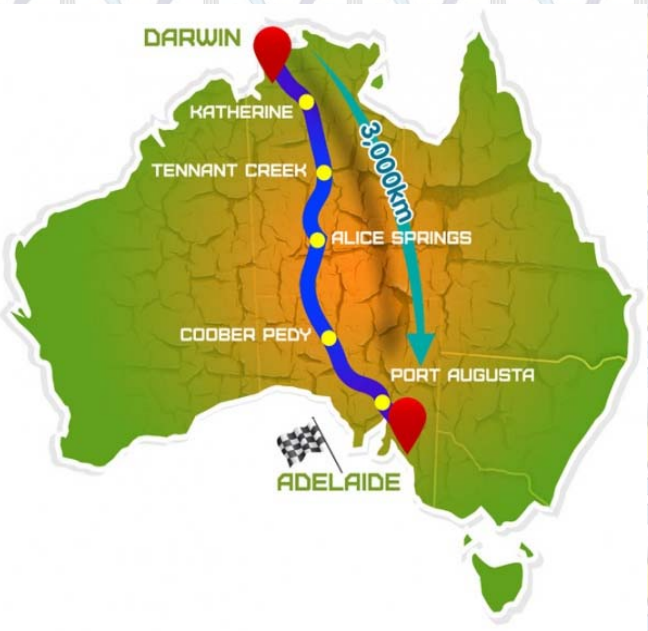
Tabel 2.1 Tabel *driving cycle* pada hari pertama dari Darwin menuju ke Tennant Creek 14
Tabel 2.2 Tabel *driving cycle* pada hari kedua dari Tennant Creek menuju ke Kulgera 19
Tabel 2.3 Tabel *driving cycle* pada hari ketiga dari Kulgera menuju ke Glendambo 27
Tabel 2.4 Tabel *driving cycle* pada hari keempat dari Glendambo menuju ke Adelaide 35
Tabel 2.5. Tabel perhitungan daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai 17.00 pada hari pertama 46
Tabel 2.6 Tabel perhitungan daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai 17.00 pada hari kedua 50
Tabel 2.7 Tabel perhitungan daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai 17.00 pada hari ketiga 55
Tabel 2.8 Tabel perhitungan daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai 17.00 pada hari keempat 59
Tabel 3.1 Spesifikasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua 64

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

The World Energy Forum memprediksi bahwa cadangan energy fosil berupa minyak bumi, batu bara dan gas alam akan habis terpakai kurang dari 10 dekade. Menurut data yang diperoleh bahwa lebih dari 79% energy utama yang dikonsumsi di seluruh dunia berasal dari bahan bakar fosil, dan 57,7% nya digunakan dalam sector transportasi. Pemakaian Sumber Daya Alam dan sumber tenaga konvensional menjadi solusi mendesak dan pembuatan kebijakan terus mencari solusi dalam pemanfaatan sumber daya energy alternative. Sumber Daya Alam yang dapat diperbarui merupakan satu-satunya pilihan yang dipilih untuk dikembangkan dengan serius karena sumber daya ini dapat diperbarui dan tidak akan habis terhadap fungsi waktu. Salah satu sumber daya alam yag menjanjikan untuk dimanfaatkan adalah energy surya. Oleh sebab itu, di era sekarang banyak industry otomotif yang mengembangkan dan membuat alat transportasi dengan bahan bakar energy surya.

Di tahun 2013 Institut Teknologi Sepuluh Nopember mencoba membuktikan eksistensinya dalam pengembangan sumber daya alam yang dapat diperbarui di sector transportasi dengan membuat mobil bertenaga surya yang dinamakan Sapu Angin Surya. Mobil tersebut juga diikutkan dalam perlombaan bertaraf internasional yaitu *World Solar Challenge 2013* di Australia. Pada perlombaan tersebut mengharuskan mobil bertenaga surya untuk menempuh jarak sejauh 3000 km dari Darwin ke Adelaide tanpa bantuan pengisian daya ataupun dengan cara-cara lain. Di perlombaan tersebut tim ITS hanya berhasil menempuh jarak 784 km dari 3000 km dan sisanya mobil Sapu Angin Surya mencapai garis finish dengan bantuan trailer.



Gambar 1.1 Rute *World Solar Challenge 2013* sejauh 3000 km (Sharp-World, 2011)

Gambar 1.2 Sapu Angin Surya Generasi Pertama (http//:www.worldsolarchallenge.org)

Berbagai kendala dan kesulitan dialami Sapu Angin Surya saat perlombaan menyebabkan hasil yang kurang maksimal. Melalui laporan Tugas Akhir ini, dibuat sebuah pemodelan dan simulasi jalannya kendaraan dengan cara mengemudi yang telah ditentukan (*racing strategy*), berdasarkan properti Sapu Angin Surya generasi kedua dan data medan yang dilalui. Simulasi dan pemodelan ini akan mengevaluasi tingkat konsumsi energi menggunakan MATLAB/Simulink. Dengan simulasi ini, didapat prediksi jumlah konsumsi energi yang mampu dicapai Sapu Angin Surya generasi kedua dan juga diharapkan akan memperoleh hasil yang maksimal dalam *World Solar Challenge 2015*.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana spesifikasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua yang akan digunakan pada *World Solar Challenge* agar memperoleh performa yang maksimal?
2. Bagaimana strategi perlombaan dalam *World Solar Challenge 2015*?
3. Bagaimana spesifikasi motor listrik yang akan digunakan pada *World Solar Challenge 2015* berdasarkan hasil pemodelan dan simulasi?
4. Apakah baterai yang akan dipakai dalam *World Solar Challenge* cukup kapasitasnya sampai mencapai garis finish?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Dengan mengacu pada perumusan masalah di atas, maka tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui spesifikasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua yang digunakan pada *World Solar Challenge 2015*.
2. Menentukan strategi perlombaan dalam *World Solar Challenge 2015* berdasarkan hasil pemodelan dan simulasi.
3. Menentukan spesifikasi motor listrik yang akan digunakan pada *World Solar Challenge 2015*.
4. Mengetahui apakah baterai yang akan digunakan pada *World Solar Challenge 2015* cukup kapasitasnya sampai garis finish.

1.4 Batasan Masalah

Batasan yang digunakan di dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi dan property Sapu Angin Surya generasi kedua diperoleh berdasarkan data yang diperoleh pada perancangan Sapu Angin Surya generasi kedua.
2. Properti lintasan berdasarkan lintasan perlombaan di Australia yaitu lintasan dianggap lurus dengan sudut kemiringan nol.
3. Pemodelan sel surya diasumsikan cuaca cerah tidak mendung. Intensitas sel surya konstan di setiap daerah yaitu 1357 Watt/m^2.
4. Setiap pergantian hari kapasitas baterai dianggap penuh yaitu sebesar 5 KWH.
5. Gaya oleh drag hanya dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan bukan dari arah angin.
6. Pemberhentian hanya dilakukan di setiap *control stop*.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Tugas Akhir ini memiliki manfaat antara lain:

1. Mengetahui performa Sapu Angin Surya generasi kedua.
2. Mengevaluasi desain Sapu Angin Surya generasi kedua.
3. Menjadi acuan dalam perlombaan *World Solar Challenge 2015*.

1.6 Sistematika Laporan

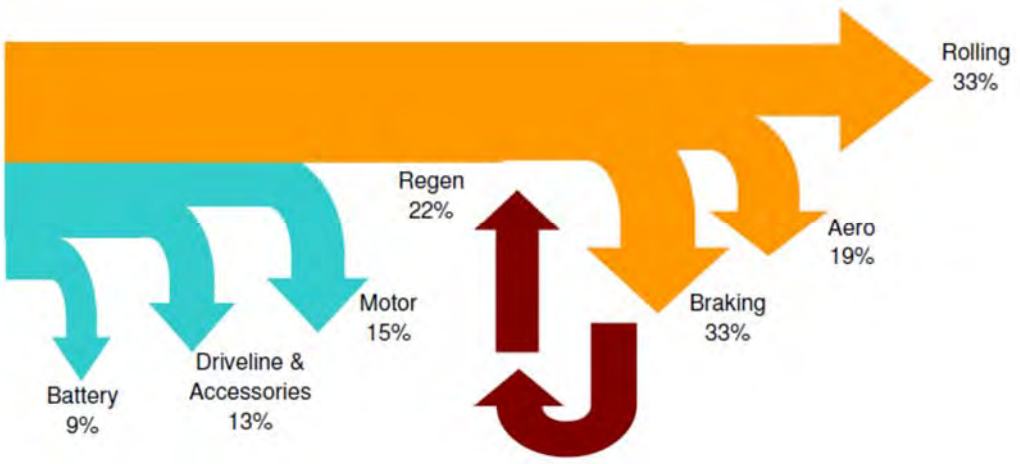
Sistematika penulisan dibagi dalam beberapa bab sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan, bab ini berisi latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat, dan sistematika penulisan laporan.
2. Bab 2 Dasar Kajian Pustaka, bab ini berisi dasar – dasar ilmu yang mendukung pengerjaan tugas akhir.
3. Bab 3 Metodologi, bab ini berisi urutan langkah – langkah pemodelan *Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua*.
4. Bab 4 Hasil dan Analisa, pada bab ini membahas hasil dari pemodelan *Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua.*
5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran – saran untuk membuat penelitian ini lebih baik.

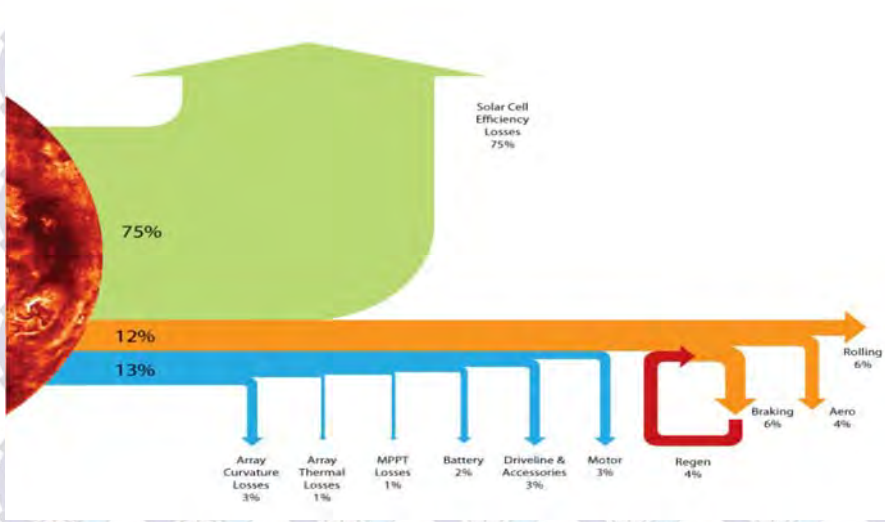
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Pada dasarnya prinsip kerja mobil bertenaga surya hampir sama dengan mobil listrik, hanya berbeda dalam beberapa hal. Perbedaan yang paling utama yaitu pada mobil listrik pengisian daya dilakukan menggunakan sumber listrik berupa listrik PLN sedangkan pada mobil surya pengisian dayanya dilakukan oleh sel surya yang mengubah energy surya menjadi energy listrik. Pada mobil listik konsumsi energy digambarkan melalui diagram alir pada Gambar 2.1, konsumsi energy terbesar ada pada kegiatan mekanik seperti rolling resistance, aerodynamic force dan braking force. Sedangkan konsumsi energy pada mobil bertenaga surya dapat dilihat pada diagram alir. Energi yang diperoleh dari matahari akan digunakan untuk menggerakkan kendaraan, energy yang digunakan dapat dilihat pada diagram alir energy Gambar 2.2. Dari 100 % energy yang diperoleh dari sinar matahari, sebesar 75% nya merupakan energy yang hilang. Sisanya sebesar 12% energy digunakan pada system mekanik kendaraan seperti gaya traksi dan sistem pengereman.



Gambar 2.1 Diagram Alir Konsumsi Energi pada Mobil Listrik (http://ocw.mit.edu/terms)



Gambar 2.2 Diagram Alir Konsumsi Energi pada Mobil Surya (http://ocw.mit.edu/terms)

2.2 Kajian Terdahulu

Pemodelan dan simulasi telah banyak dilakukan untuk mengetahui performa maksimal berbagai macam kendaraan mulai dari kendaraan konvensional, kendaraan bertenaga listrik sampai kendaraan bertenaga surya dan masih banyak yang lainnya. Macam – macam pemodelan simulasi antara lain (*Law and Kelton*, 2000) ;

1. Continue dan Discrete. Pemodelan continue memiliki kondisi variable yang berubah – ubah secara berlanjut seiring dengan berjalannya waktu. Contohnya adalah aliran fluida di dalam pipa atau posisi pesawat saat terbang dari take off sampai landing. Sedangkan pemodelan discrete, kondisi variabel berubah pada titik – titik waktu yang berbeda. Contohnya adalah antrian bank, dan lampu merah.
2. Statis dan Dinamis. Model simulasi statis merepresentasikan suatu sistem pada waktu tertentu. Salah satu tipe yang umum dari model simulasi statis adalah bergulirnya waktu tidak berpengaruh terhadap penyelesaian masalah, dan penggunaan bilangan random untuk menyelesaikan masalah tersebut. Contohnya adalah supermarket, jika diamati pada saat t tertentu maka sistem tersebut merupakan sistem yang statis, pada model simulasi dinamis, sistem berubah berdasarkan waktu. Contohnya supermarket pada setiap waktu terjadi perubahan jumlah pengunjung.
3. Deterministik atau stokastik. Model simulasi deterministik mengasumsikan tidak ada variabilitas dalam parameter model, oleh karena itu tidak melibatkan bilangan random. Jika model tersebut dijalankan, maka hasil outputnya akan selalu sama atau jika ada perubahan nilai variabel state-nya tetap mengikuti fungsi tertentu. Sedangkan pada model stokastik, parameter model memiliki satu atau beberapa variabel random untuk menjelaskan proses yang diamati. Keluaran dari model ini bersifat random dan hanya merupakan perkiraan dari sistem aktual. Maka diperlukan beberapa kali menjalankan model untuk mendapatkan hasil rata – rata. Contohnya adalah lama pelayanan kasir di bank untuk pelanggan yang sama dengan keperluan sama, dan kasirnya juga sama, waktu pelayanan belum tentu sama persis.

   Pemodelan dan simulasi kendaraan pernah dilakukan oleh beberapa orang, diantaranya yaitu :

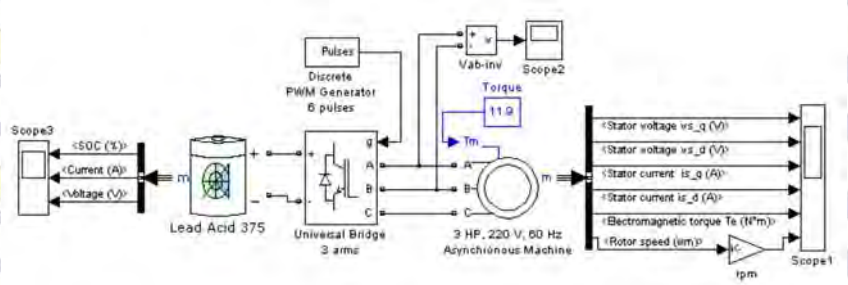
(Grundiz and Jansson, 2009) melakukan pemodelan pada *hybrid electric vehicle* menggunakan MATLAB/Simulink dan mensimulasikan performance nya untuk *Shell Eco Marathon 2009*. Pada penelitian ini sistem pada *hybrid vehicle* dibagi menjadi tiga subsystem

yang terdiri dari *environment*, *smarter driver* dan *smarter vehicle*. Subsystem *environment* memodelkan *drivecyce* yang direpresentasikan dengan vektor kecepatan dan kemiringan jalan. Subsystem *smarter driver* memberikan informasi mengenai kecepatan kendaraan yang sekaligus menjadi input untuk subsystem *smarter vehicle*. Pada subsystem *smarter vehicle* merepresentasikan blok diagram untuk gaya traksi kendaraan dan *drivetrain*.

Gambar 2.3 Pemodelan hybrid electric vehicle (*Grundiz and Jason*, 2009)

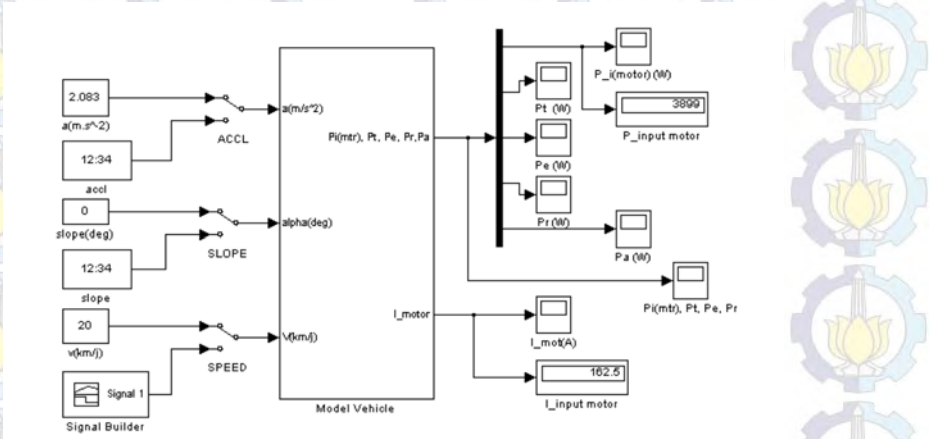
Pemodelan kendaraan didapatkan dari data-data kendaraan kemudian diinterpretasikan ke dalam bentuk Simulink, setelah itu disimulasikan dan dapat diketahui hasilnya. Dari data-data hasil simulasi dapat dianalisa dan dievaluasi apakah model yang dibangun sudah sesuai serta sudah dapat diaplikasikan dalam keaadaan sebenarnya.

(Bambang Sri Kaloko, dkk 2011) mendesain *electrical vehicle* menggunakan *software MATLAB/Simulink* untuk mendapatkan daya terbaik dalam sistem management energi. Pada penelitian ini dimodelkan *electric vehicle* jenis urban concept yang sesuai dengan keadaan geografis Indonesia. Komponen – komponen dari kendaraan ini meiputi motor listrik sebagai penggerak utama, dan baterai sebagai sistem penyimpanan energi. Motor listrik digunakan sebagai penggerak karena memiliki banyak keuntungan diantaranya lebih kuat, lebih murah, dapat digunakan untuk berkendara dengan kecepatan konstan kemana-mana, inersia besar dan tidak membutuhkan maintenace secara rutin. Model dari motor listrik lebih flexibel dibandingkan dengan mesin konvensional. Sedangkan batterai yang digunakan masih menggunakan Lead Acid Battery, karena mudah ditemukan dengan harga yang relatif murah. Ini alasan mengapa tipe baterai jeis ini dipilih selain karena tipe baterai ini dapat digunakan untuk menghidupkan mesin yang membutuhkan arus yang tinggi. Output dari Lead Acid Battery adalah DC tegangan/arus, sedangkan motor yang digunakan adalah motor induksi, sehingga diperlukan konverter daya untuk mengkonversi output dari baterai yang kemudian diteruskan ke motor induksi. Teknologi yang digunakan pada konverter daya adalah PWM Converter. Berdasarkan dari variabel dan parameter dari kendaraan yang kemudian dimodelkan menggunakan Simulink MATLAB maka didapat keluaran dari simulasi berupa daya dan arus input dari motor.

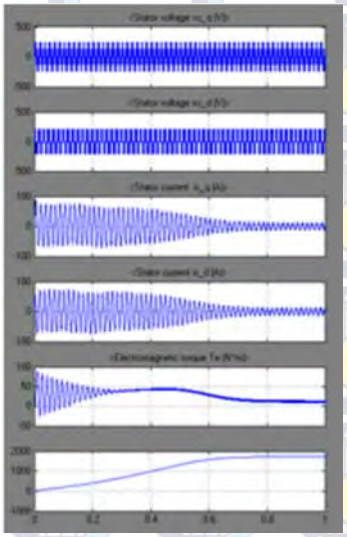


Gambar 2.4 Model dari electric vehicle (*Bambang Sri Kaloko, Soebagio, Mauridhi Hery Purnomo*, 2011)

Dari persamaan – persamaan yang diperoleh dari perhitungan *dynamic vehicle* dapat dimodelkan kedalam software MATLAB/Simulink yang merepresentasikan kendaraan. Input yang diperlukan adalah moel dari akselerasi, kecepatan, dan kemiringan jalan yang mengeluarkan output dari motor dan arus. Berdasarkan dari data-data parameter dan variabel dari kendaraan dapat diketaui juga gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan prototype kendaraan.



Gambar 2.5 Power flow dari model electric vehicle (*Bambang Sri Kaloko, dkk*, 2011)

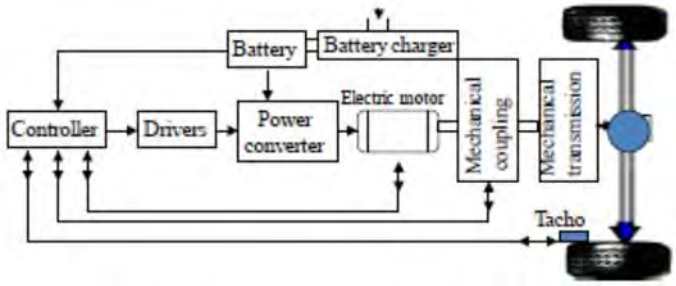


Gambar 2.6 Simulasi model (*Bambang Sri Kaloko, dkk, 2011)*

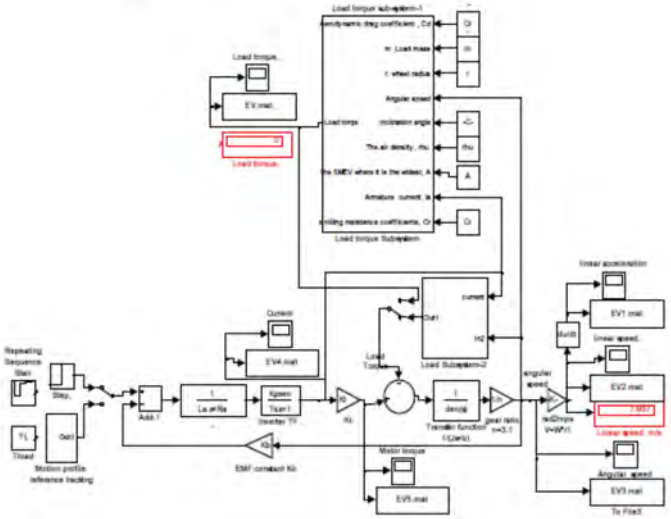
Hasil simulasi yang didapat ditampilkan pada Gambar 2.6, dimana menunjukkan performa dari electric vehicle saat mulai berjalan dan berjalan dengan kecepatan yang dijaga konstan.

Menurut (*Farhan A. Salem, 2013*) sistem pada mobil listrik dibagi menjadi dua subsistem, yaitu sitem kelistrikan pada kendaraan dan sistem dinamik kendaraan, keduanya dimodelkan berdasarkan semua gaya yang bekerja dan parameter-parameter. Komponen-kompoen yang ada di dalam mobil listrik digambarkan seperti gambar, komponen-komponen tersebut sudah meliputi aspek mekanikal, elektrikal dan control. Perbedaan penelitian untuk desain electric vehicle khususnya pada pemodelan dan kontrol dapat dicari, keakuratan model matematika dari kedua subsistem direpresentasikan pada simulink, kedua subsistem dipasangkan dengan kecepatan putaran roda melalui karakteristik motor listrik dan gaya-gaya yang bekerja meliputi gaya traksi, torsi, dll, juga untuk mengkontrol performa dari electric

vehicle, khususnya mengendarai kendaraan dengan nyaman. Sistem kintrol yang tepat terdiri dari dua loop, kontrol kecepatan dan kontrol arus didesain, diuji dan diverifikasi menggunakan software MATLAB/Simulink.

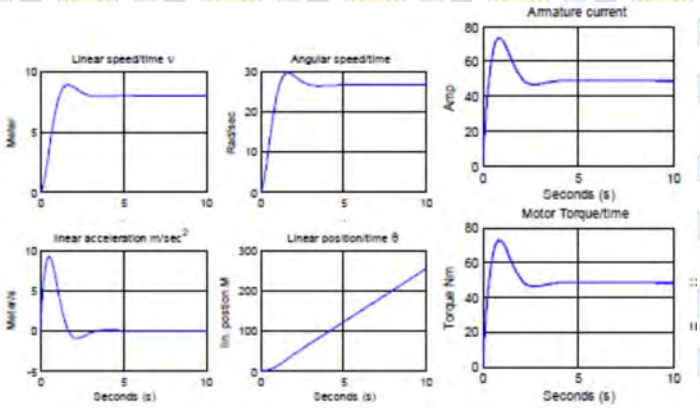


Gambar 2.7 Komponen utama pada kendaraan bertenaga listrik (*Farhan A. Salem PhD, 2013)*



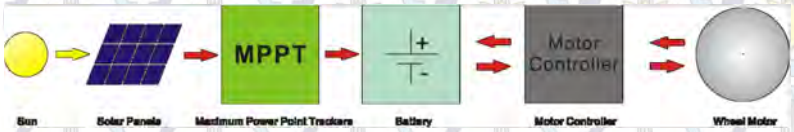
Gambar 2.8 Dasar pemodelan kendaraan bertenaga listrik menggunakan Simulink (*Farhan A. Salem, 2013)*

Pemodelan dan solusi kontrol untuk mobil listrik yang kemudian disimuasi menggunakan Matlab dan Simulink. Simulasi menggunakan open loop model dengan test input step input akan mengahasilkan kecepatan linier, kecepatan angular, percepatan linier, arus, torsi, torsi motor yang akan menghasilkan respon seperti gambar dibawah.



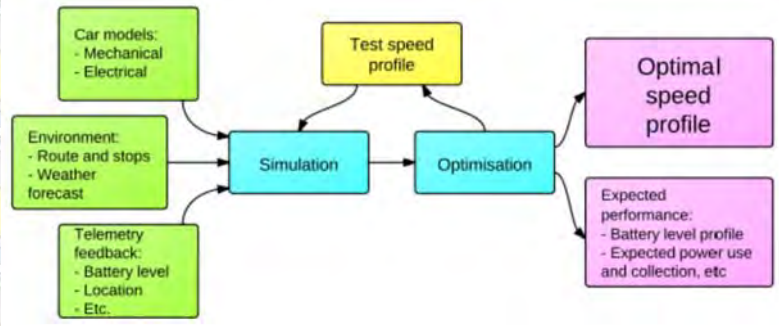
Gambar 2.9 Kurva step response dari pemodelan open loop mobil listrik (*Farhan A. Salem, 2013)*

Penelitian mengenai pemodelan kendaraan bertenaga surya oleh *Alexandra Boulgakov, 2012* membahas sistem strategi race *Sunswift V* pada *World Solar Challenge 2011* agar diperoleh hasil yang maksimal. Sehingga diperlukan pemodelan mekanikal dan electrical kendaraan bertenaga surya untuk mengetahui pengukuran charging battery. Kendaraan bertenaga surya memmbawa 2 kg Baterai Lithium Ion dengan kapasitas penyimpanan energi 5 kWh, cukup untuk membawa Sunswift melaju di kecepatan 80 km/jam selama 5 jam. Tiga Maximum Power Point Tracker (MPPT) memastikan bahwa energi yang diserap oleh sel surya dapat tersimpan sempurna ke dalam baterai. Solar sel mampu menyalurkan daya 1,3 kW di setiap posisi kondisi matahari. Controller dirancang khusus untuk memegang fungsi regenerative braking dan cruise control agar berfungsi dengan sempurna. Interaksi dari penyaluran daya di kendaraan bertenaga surya dapat digambarkan seperti gambar dibawah.



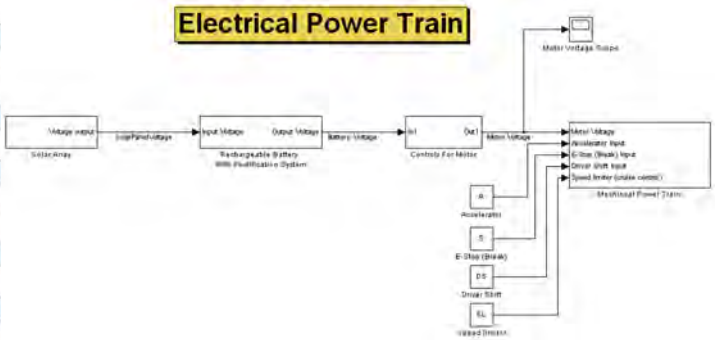
Gambar 2.10 *Power system of solar* car (*Alexandra Boulgakov, 2012)*

Tujuan dari strategi perlombaan kendaraan bertenaga surya adalah untuk meminimalkan total waktu yang digunakan untuk menempuh jarak sejauh 3000 km dalam WSC 2011. Strategi yang ideal dapat dideskripsikan melalui profil kecepatan sepanjang rute perlombaan, dimana kendaraan bertenaga surya harus mengikuti energi yang dipunyai dalam mencapai kemungkinan waktu tercepat. Berikut dijelaskan garis besar komponen utama dalam sistem strategi kendaraan bertenaga surya.

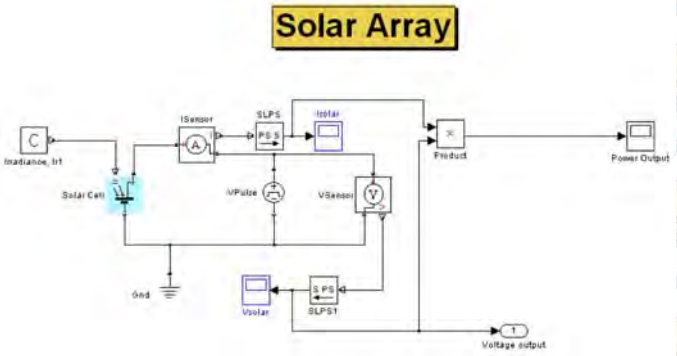


Gambar 2.11 Sistem strategi kendaraan bertenaga surya (*Alexandra Boulgakov, 2012)*

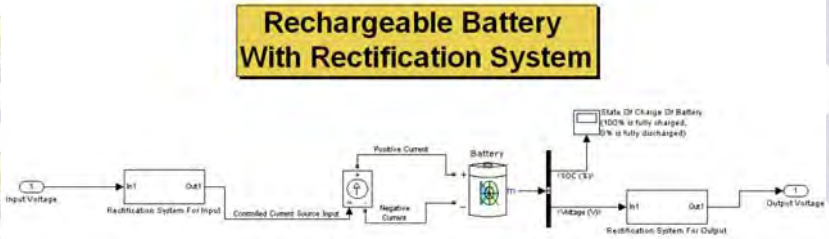
Pada penelitian yang dilakukan oleh (*Asaf Erlich, dkk, 2011*), penelitian menjelaskan desain dan pembuatan kendaraan bertenaga surya dengan memodelkan menggunakan Simulink untuk elektrikal dan mekanikal kendaraannya. Berikut digambarkan pemodelan di Simulink pada sistem Electrical Power Train, Solar Array, Battery dan Mechanical Power train.



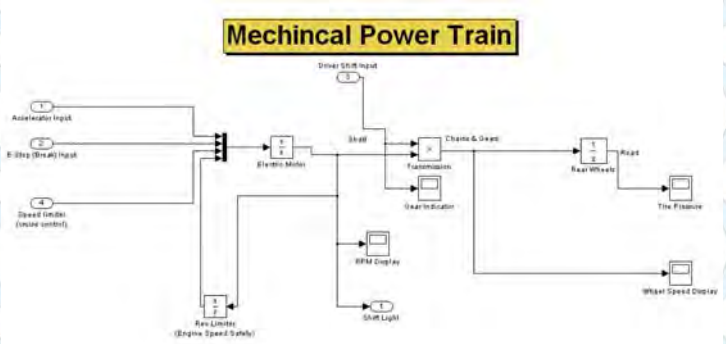
Gambar 2.12 Simulink Electrical Power Train (*Asaf Erlich, dkk, 2011)*



Gambar 2.13 Simulink Solar Array (*Asaf Erlich, dkk, 2011)*



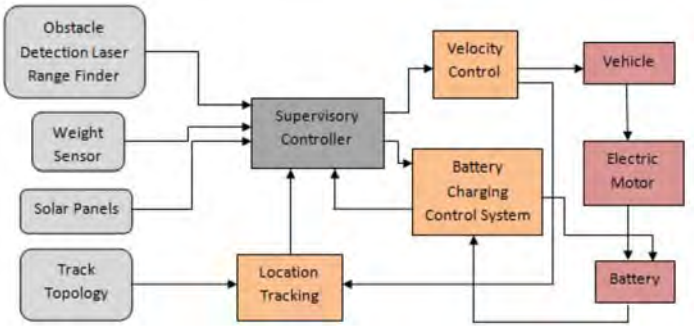
Gambar 2.14 *Simulink Recharge Battery* (*Asaf Erlich, dkk, 2011)*



Gambar 2.15 Mechanical Power Train (*Asaf Erlich, dkk, 2011)*

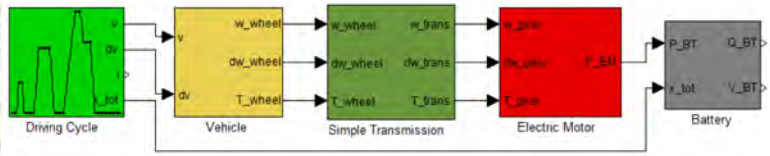
Maria Beatriz Namorado Stoffel Feria, 2012 membuat pemodelan untuk kereta api bertenaga surya untuk mengetahui konsumsi enegynya. Keseluruhan sistem disusun oleh empat tipe blok. Grup pertama terdiri atas laser range finder, weight sensor, solar panels, and track topology block. Kelompok blok tersebut menyediakan informasi ke sistem dan tidak dapat dikontrol.

Grup kedua tersusun oleh blok vehicle, electric motor, dan batttery. Blok-blok ini mensimulasikan perlakuan dinamik dari masing-masing representasi elemen dan input didapatkan dari supervisory controller. Block vehicle menerima input dari velocity control yang mengartikan kecepatan dimanapun kereta bergerak. Keluarannya berupa torsi yang dibutuhkan untuk menopang kecepatan. Motor listrik menerima input dari blok vehicle yang berhubungan dengan torsi yang dibutuhkan oleh motor. Sedangkan baterai menerima input dari daya motor yang diperlukan dan diteruskan menjadi daya yang dibutuhkan.



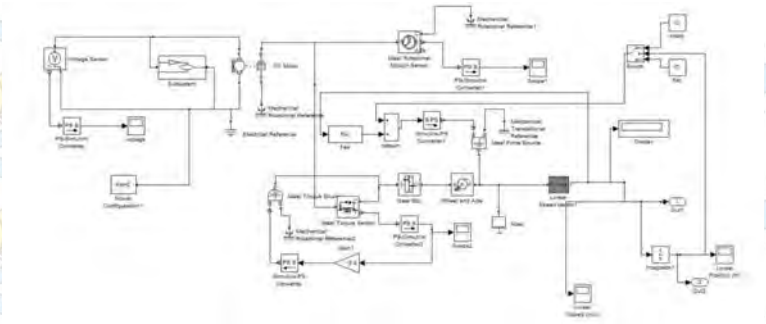
Gambar 2.16 Block Diagram dari Seluruh System (*Maria Beatriz Namorado Stoffel Feria, 2012)*

Model terdiri dari blok *vehicle, electric motor, simple transmission* dan baterry. Untuk mendefiisikan *driving cycle* pada kendaraan, blok lain ditambahkan pada model. Tujuan dibuatnya blok ini untuk mendefinisikan setiap step time, kecepatan dan percepatan pada kendaraan.



Gambar 2.17 Pemodelan Menggunakan Simulink (*Maria Beatriz Namorado Stoffel Feria, 2012)*

Penelitian lain yang dilakukan oleh (*Ersoz Ethem, 2006*) menyatakan bahwa desain aerodynamic pada kendaraan bertenaga surya menentukan strategi race yang akan dilakukan, oleh sebab itu dilakukan pemodelan pada kendaraan bertenaga surya untuk mendapatkan efisiensi energi yang nantinya akan menentukan optimalisasi strategi. Kemudian pada penelitian (*Team Apollo, 2011*) membuat pemodelan dan simulasi menggunakan Simulink MATLAB dan mendapatkan hasil untuk memodifikasi banyak dalam perancangan dan pembuatan kendaraan bertenaga surya mereka.



Gambar 2.18 Pemodelan Kendaraan Bertenaga Surya (*Team Apollo, 2011)*

Pada penelitian ini, Simulink case dijelaskan dan dikerjakan untuk mengetahui unjuk kerja. Di Simulink dapat digunakan untuk mensimulasikan berbagai macam situasi. Simulasi pada penelitian ini mengenai simulasi perlombaan itu sendiri. Simulasi ini mengenai kendaraan bertenaga surya yang dijalankan sampai akhir dari lintasan. Untuk kendaraan brtenaga surya dimodelkan seperti gambar diatas.

Untuk bentuk penelitian lain yang dilakukan oleh (*Stefan Moring and Anthon Pols, 2012*) pemodelan dan simulasi *Maximum Power Point Tracking* pada kendaraan bertenaga surya Nuon Solat Team. Menurut (*Erkam Atmaca, 2012*) pemodelan dan simulasi kendaraan bertenaga surya untuk mendapatkan strategi race yang optimal di dalam sirkuit yang sudah ditentukan dan untuk mendapatkan racing line sirkuit sehingga dapat mengoptimalkan energi yang dikonsumsi kendaraan.

Dari berbagai banyak penelitian mengenai pemodelan dan simulasi kendaraan khususnya kendaraan bertenaga surya terdapat berbagai macam perbedaan antara penelitian satu dan penelitian yang lainnya. Namun pada dasarnya pemodelan dan simulasi digunakan untuk mengetahui performa suatu benda sebelum benda tersebut akan dibuat.

Adapun tujuan dari pemodelan secara umum (*Pedgen et al*, 2005) antara lain :

1. Memahami bagaimana sebuah sistem beroperasi.
2. Mengembangkan suatu kebijakan operasi atau sumber daya untuk meningkatkan performansi sistem.
3. Menguji konsep baru sebelum diimplementasikan secara nyata kedalam sistem aktual.
4. Mendapatkan informasi tanpa perlu mengganggu sistem aktual.

Didalam kehidupan sehari – haripun dapat diterapkan pendekatan dengan metode pemodelan, antara lain (*Law*, 1991) :

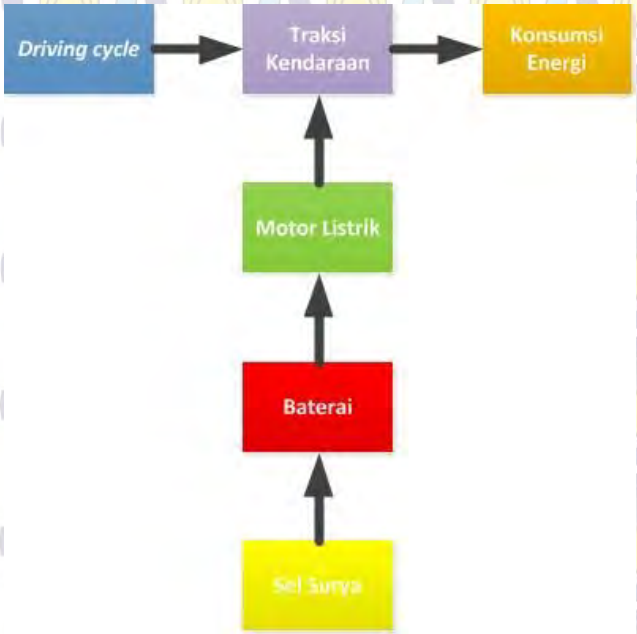
1. Perencanaan dan analisis sistem manufaktur.
2. Perencanaan dan pengoperasian fasilitas transportasi seperti bandara atau pelabuhan.
3. Perencanaan sistem kendaraan bermotor.
4. Dan lain – lain.

2.3 Dasar Teori

2.3.1 Mobil Tenaga Surya

Mobil Surya “Solar Car” Mobil tenaga surya atau tenaga matahari, adalah jenis kendaraan listrik yang menggunakan tenaga matahari sebagai sumber energinya. Energi matahari ditangkap dengan menggunakan panel cell surya kemudian digunakan untuk menggerakkan motor listrik yang berfungsi untuk memutar roda. Dilengkapai dengan alat control pengatur kecepatan maka mobil ini dapat melaju sesuai dengan kecepatan sesuai dengan kecepatan yang dirancang. Agar dapat digunakan secara stabil maka pada mobil surya dilengkapi dengan tempat penyimpanan energy (energy storage) umumnya digunakan accu/batterai.

Gambar 2.19 Mobil Tenaga Surya



Gambar 2.20 Sistem Pada Mobil Tenaga Surya

2.3.2 World Solar Challenge

Gambar 2.21 Rute pada *World Solar Challenge*

World Solar Challenge merupakan perlombaan mobil surya yang menempuh jarak 3021 km dari Darwin menuju ke Adelaide, seperti yang ditunjukkan pada gambar.

Perlombaan ini diikuti oleh tim-tim yang berasal dari seluruh dunia, mayoritas berasal dari universitas atau organisasi. Perlombaan ini pertama kali diadakan pada tahun 1987, dan sampai sekarang diadakan setiap dua tahun sekali. Perlombaan yang terakhir diadakan pada tahun 2013 dan perlombaan yang akan datang akan diadakan pada tanggal 18 – 22 Oktober 2015, dimulai dari Darwin di utara Australia dan berakhir di Adelaide di selatan Australia.

Waktu yang diperbolehkan untuk mengemudikan kendaraan bertenaga surya adalah mulai pukul 08:00 sampai 17:00. Untuk mendapatkan tempat bermalam yang layak peserta diperbolehkan memperpanjang waktu, maksimum 10 menit. Kelebihan waktu ini akan dikompensasi dengan perlambatan waktu berangkat pada keesokan harinya.

Di beberapa tempat sepanjang rute perjalanan terdapat checkpoints yang dinamakan dengan control stop, dimana peserta harus berhenti di checkpoint-checkpoint yang sudah ditentukan tersebut selama 30 menit kemudian diperbolehkan untuk melakukan perjalanan. Kegiatan yang dilakukan di checkpoint ini sangat terbatas hanya perbaikan-perbaikan kecil yang diperbolehkan untuk dilakukan pada saat berhenti disini.

Kapasitas dari baterai yang diperbolehkan pun dibatasi oleh regulasi (seperti contohnya Baterai Lithium – Ion ekuivalen dengan kapasitas maksimal 5 kWh). Pada awal perlombaan, baterai boleh diisi penuh untuk selanjutnya proses pengisian baterai dilakukan dari sistem pengisian dari sel surya.

2.3.2.1 Rute pada World SolarChallenge 2013

Rute yang ditempuh pada World Solar Challenge dibagi menjadi beberapa checkpoint dimana disetiap checkpoint peserta diharuskan untuk berhenti selama 30 menit. Checkpoint ini dikenal dengan nama control stop, pada jarak 3000 km tersebut dibagi menjadi 10 control stop, dimana masing-masing dari control stop tersebut memiliki jam buka dan jam tutup. Jadi untuk mendapatkan semua kontrol stop tersebut diperlukan strategi dalam memanagemen energi yang dimiliki. Pada penelitian tugas akhir ini rute dibagi menjadi empat bagian, dimana setiap bagian menunjukkan waktu per hari nya yaitu mulai pukul 08:00 sampai 17:00. Sehingga dalam World Solar Challenge 2015 Mobil Sapu Angin Surya hanya membutuhkan empat hari untuk mencapai garifinish di Adelaide.

2.3.2.2 Penentuan Driving Cycle

Berdasarkan tabel rute dapat ditetukan driving cycle sesuai dengan keadaan nyata. *Driving cycle* yang akan menentukan waktu tempuh dari kendaraan bertenaga surya.

2.3.2.2.1 *Driving Cycle* Pada Hari Pertama

Pada hari pertama didapat *driving cycle* dan waktu tempuh dapat diketahui dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Office Excel 2010*, sehingga didapatkan tabel perhitungan sebagai berikut.

Tabel 2.1 Tabel *driving cycle* pada hari pertama dari Darwin menuju ke Tennant Creek

Km	Place	Time	Speed
0	State Square	0	0
0,1	To Mitchell Steeet	18	20
0,2	Cavanagh Street	27	40
0,5	Mc Minn Street	49	50
1	Speed 60	79	60
1,3	Speed 80	92	80
1,6	Dinah Beach Road	106	80

Km	Place	Time	Speed
2,3	Tipperary Waters	137	80
3,3	Stuart Park	177	90
4,5	Bennison Road	225	90
4,8	Speed 100	236	100
8,6	Amy Johnson Drive	373	100
9,8	Hidden Valley Raceway	416	100
12	Berrimah Road	495	100
14	Wishart Siding Road	567	100
16	Moring Street	633	110
17	Palmerston exit	665	110
24	Howard Springs	894	110
29	Traffic light	1074	100
31	Speed limit 100 Km/h	1146	100
34	Traffic light	1245	110
37	Speed Limit 110 Km/h	1343	110
38	Elizabeth River	1375	110
42	NOONAMAH	1506	110
45	Cox Peninsular Road	1605	110
46	Divided hwy ends	1635	120
51	Speed limit 130 Km/h	1773	130
61	ACACIA STORE	2050	130
66	Overtaking lane starts	2188	130
68	Overtaking lane ends	2244	130
78	Lake Bennett	2521	130
84	Batchelor / Litchfield	2687	130
87	Coomalie Creek	2770	130
93	Glenluckie Creek	2950	120
111	Speed Limit 100 Km/h	3598	100
112	Speed Limit 80 Km/h	3643	80
113	ADELAIDE RIVER	3688	80
113	Daly River	3688	80
114	speed limit 130 Km/h	3728	90
143	Overtaking lane starts	4772	100
144	Overtaking lane ends	4802	120
160	Douglas Hot Springs	5245	130
170	HAYES CREEK	5522	130
171	Overtaking lane starts	5550	130
173	O/taking lane ends before summit	5605	130
177	Grove Hill	5716	130
184	Overtaking lane starts	5910	130
186	Overtaking lane ends	5965	130
191	EMERALD SPRINGS	6103	130
193	Overtaking lane starts	6159	130

Km	Place	Time	Speed
196	Overtaking lane ends	6242	130
210	Pin Que Road	6630	130
212	Overtaking lane starts	6685	130
214	Overtaking lane ends	6745	120
222	Speed Limit 100 Km/h	7033	100
223	PINE CREEK township	7069	100
223	Kakadu Hwy	7069	100
226	PINE CREEK township	7177	100
227	Umbrawarra Dam	7207	120
229	Speed Limit 130 Km/h	7262	130
249	Dorisvale t/o	7816	130
253	Cullen River bridge	7927	130
255	Sign: K60	7982	130
256	Parking Bay	8010	130
257	Fergusson River	8038	130
259	Overtaking lane starts	8093	130
260	Overtaking lane ends	8123	120
271	Divided road starts	8453	120
273	Edith Falls	8513	120
273	Divided road ends	8513	120
274	Sign: K40	8541	130
282	Overtaking lane starts	8762	130
284	Overtaking land ends	8818	130
284	Sign: K30	8818	130
287	Edith Farms Road	8908	120
294	Sign: K20	9102	130
298	NT Rural College	9222	120
305	Railway bridge	9451	110
309	Speed Limit 100 Km/h	9595	100
312	Speed limit 80 Km/h	9730	80
314	Speed limit 60 Km/h	9850	60
314	Katherine River Bridge	9850	60
315	Tourist Centre	9901	70
315	Speed Limit 80 Km/h	9901	80
316	Godinymayin Arts Centre	9946	80
318	Speed limit 100 Km/h	10066	60
320	Transport Weigh-Station	10306	30
321	Katherine Control Stop	10306	0
321	Depart Control Stop 1	12106	0
324	Speed limit 100 Km/h	12322	50
326	Katherine Airport	12402	90
327	Speed limit 110 Km/h	12440	95
333	Military Airbase (RAAF Tindal)	12656	100

Km	Place	Time	Speed
334	Sign: M 90	12690	105
336	Speed limit 130 Km/h	12762	100
344	Sign: M 80	13024	110
346	Cutta Cutta Caves	13084	120
350	Road junction	13195	130
351	Radio tower	13223	130
354	Sign: M 70	13306	130
361	King River Bridge	13500	130
363	Parking Bay	13555	130
364	Sign: M 60	13585	120
365	Truck Parking bay & Rest area	13614	125
369	Sign: TC 620	13729	125
374	Sign: M 50	13873	125
385	Sturt Downs	14203	120
394	Sign: M 30	14452	130
404	Sign: M 20	14729	130
407	Truck Parking Bay (large)	14812	130
409	Mataranka Station	14878	110
420	Speed limit 100 Km/h	15274	100
422	Speed limit 80 MATARANKA	15364	80
424	Speed limit 60 Km/h	15484	60
425	Mataranka Hot Springs	15544	60
427	speed limit 100	15688	50
428	Roper Bar	15739	70
430	speed limit 130	15829	80
435	Elsey Cemetery	16009	100
436	Sign: E 300	16039	120
439	Gorrie Station	16122	130
439	Warloch Ponds	16122	130
456	Sign: E 280	16593	130
459	Warloch Parking bay	16679	125
466	Sign: E 270	16889	120
476	Sign: E 260	17166	130
486	Sign: E 250	17466	120
488	Gorrie Airstrip	17532	110
496	Sign: E 240	17820	100
497	Speed limit 80 Km/h	17865	80
498	Township services	17916	70
499	Speed Limit 80 Km/h	17964	75
499	Speed Limit 130 Km/h	17964	90
500	Sign: Next Services Daly Waters	18000	100
505	No45 Hospital (ruins) site	18150	120
516	Sign: E220	18467	125

Km	Place	Time	Speed
528	Flood warning Sign:	18812	125
530	Radio tower 8206	18870	125
534	Maryfield Station	18981	130
536	Sign: E 200	19036	130
537	Memorial – Alexander Forrest	19064	130
556	Sign: E 180	19590	130
562	Parking bay	19756	130
566	Sign: E 170	19871	125
570	Radio Tower	19987	125
576	Sign: E 160	20167	120
579	Nutwood Downs	20250	130
582	Sign: Hi Way Inn 9 Km	20333	130
584	Sign: Dunmarra 50	20390	125
585	Sign: Daly Waters	20420	120
585	Sign: E 150	20420	120
587	Daly Waters	20480	120
590	Carpentaria Highway	20588	100
591	Sign: Dunmarra 44	20621	110
596	Sign: E 140	20785	110
605	Sign: Parking Bay 2 Km	21079	110
606	Sign: E 130	21112	110
607	Truck parking	21141	125
610	Radio tower 8300	21227	125
616	Sign: E 120	21407	120
625	Buchannan Hwy	21702	110
626	Sign: E 110	21742	90
629	Sign: Dunmarra 5 Km	21877	80
632	Sign: Dunmarra 2 Km	22093	50
633	Dunmarra	22093	0
636	Sign: E 100	23893	0
646	Sign: E 90	25693	20
647	Camp area	25813	30
656	Sign: E80	26461	50
663	Todd memorial	26881	60
666	Sign: E70	27035	70
668	Truck parking bay	27125	80
670	Sign: Flood Warning	27215	80
673	Truck Parking area	27342	85
676	Sign: E60	27462	90
684	Cattle grid	27765	95
686	Sign: E50	27841	95
696	Sign: E40	28291	80
697	George Redmond crossing	28331	90

Km	Place	Time	Speed
702	Newcastle Creek	28521	95
706	Sign: E30	28681	90
708	Truck parking bay	28753	100
712	Newcastle Waters	28897	100
716	Parking area	29048	95
716	Sign: E 20	29048	90
717	Beetaloo	29086	95
718	Radio Tower 8303	29122	100
726	Sign: E 10	29482	80
730	Sign: E 5	29688	70
730	Elliott airstrip	29688	75
730	Speed limit 80 Km/h	29688	80
733	Speed limit 70 Km/h	29842	70
734	Speed limit 60 Km/h	29902	60
734	Cattle grid	29902	55
735	ELLIOTT	29957	65
737	Speed limit 70 Km/h	30060	70
738	Cattle grid	30120	60
738	Speed limit 130 Km/h	30120	80
746	Parking bay on left	30440	90
746	Sign: TC 240	30440	100
753	Barkly Stock Route	30650	120
755	Sign: Wandering Stock	30708	125
756	Sign: TC 230	30736	130
766	Sign: TC 220	31012	130
776	Sign: TC 210	31289	130
776	Parking bay	31289	130
786	Sign: TC 200	31589	120
787	Cattle grid	31622	110
794	Radio tower	31937	80
795	Powell Creek H/S	32027	40
796	Sign: TC 190	32027	0

2.3.2.2.2 Driving Cycle Pada Hari Kedua

Pada hari kedua didapat *driving cycle* dan waktu tempuh dapat diketahui dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Office Excel 2010*, sehingga didapatkan tabel perhitungan sebagai berikut.

Tabel 2.2 Tabel *driving cycle* pada hari kedua dari Tennant Creek menuju ke Kulgera

Km	Place	Time	Speed
806	Sign: TC 180	0	0
812	Cattle Grid	173	125
815	Parking bay	256	130

Km	Place	Time	Speed
816	Sign: TC 170	286	120
819	Cattle grid	384	110
826	RENNER SPRINGS	586	125
826	Sign: TC 160	586	120
834	Parking bay on left	826	120
834	Warning Sign: Wandering Stock	826	130
836	Sign: TC 150	881	130
843	Trucking Yards	1075	130
844	Helen Springs Station	1103	130
846	Sign: TC 140	1158	130
846	Parking bay	1158	130
851	North Tomkinson Creek	1308	120
851	Cattle grid	1308	115
853	Parking bay	1368	120
856	Sign: TC 130	1454	125
858	Parking bay	1512	125
862	Tomkinson Creek	1627	125
864	Radio tower	1687	120
865	Muckaty Station	1715	130
866	Sign: TC 120	1744	125
873	Cattle grid	1954	120
875	Bootoo Creek Mine	2011	125
876	Sign: TC 110	2044	110
884	Kuerschner Creek	2306	110
885	Banka Banka H/S	2336	120
886	Sign: TC100	2365	125
893	Floodway	2566	125
898	Sign: TC 90	2710	125
899	Morphett Creek	2738	130
900	Churchill's Head	2766	130
902	Radio tower 8308	2821	130
905	Truck parking bays	2904	130
907	Sign: TC 80	2959	130
913	Churchill's Head	3132	125
914	Attack Creek Rest Area	3162	120
915	Stuart Memorial	3190	130
916	Brunchilly Station	3218	130
916	Sign: TC 70	3218	120
922	Cattle grid	3434	100
926	Sign: TC 60	3544	130

Km	Place	Time	Speed
927	N.Hayward Creek	3572	130
928	Hayward Creek	3600	130
931	S.Hayward Creek	3683	130
936	Gibson Creek	3821	130
937	Sign: TC50	3849	130
940	Radio tower 8309	3932	130
943	Phillip Creek Station	4015	130
944	Phillip Creek	4043	130
955	Fire danger Sign:	4347	130
956	Floodway	4375	130
956	Sign: TC 30	4375	130
960	Parking bay	4486	130
961	Flynn memorial	4514	130
961	THREE WAYS	4514	130
962	Barkly Hwy	4541	130
972	Sign: TC 15	4818	130
974	Floodway	4874	130
975	Old Telegraph Stn	4901	130
976	TENNANT CREEK	4929	130
977	Sign: TC10	4957	130
981	Speed limit 100 Km/h	5101	100
983	Speed limit 80 Km/h	5191	80
984	Cross Roads	5251	60
985	Speed Limit 50	5323	50
988	Tennant Creek Control	5323	0
989	Speed limit 80 Km/h	7123	0
991	Speed limit 100 Km/h	7195	100
994	Speed Limit 130 Km/h	7278	130
995	Floodways	7305	130
1000	Sign: TT 300	7444	130
1009	Floodway	7693	130
1010	Sign: TT 290	7721	130
1014	Parking Bay	7832	130
1020	Sign: TT 280	7998	130
1021	Floodway	8025	130
1022	Kelly Creek	8053	130
1029	Radio tower	8247	130
1030	Sign: TT 270	8275	130
1031	Edinburgh Creek	8302	130
1034	Floodway	8385	130
1040	Sign: TT 260	8552	130

Km	Place	Time	Speed
1045	Power lines	8690	130
1048	Truck parking bay	8773	130
1050	Sign: TT 250	8829	130
1051	Radio Tower 8398	8856	130
1053	Gilbert Swamp	8912	130
1059	Floodway	9078	130
1060	Sign: TT 240	9105	130
1060	Floodway	9105	130
1062	Floodway	9161	130
1063	Mungkarta	9189	130
1064	McLaren Creek	9217	125
1071	Floodways	9419	125
1073	Sign: TT 230	9477	125
1075	Kurundi	9537	120
1075	Bonney Creek	9537	120
1077	Bonney Well parking bay	9594	125
1080	Sign: TT 220	9684	120
1083	Dixon Creek	9771	125
1089	Devil's Marbles	9951	120
1090	Sign: TT 210	9981	120
1091	Devil's Marbles	10009	125
1100	Sign: TT 200	10269	125
1101	WAUCHOPE	10297	125
1108	Floodways	10507	120
1110	Sign: TT 190	10563	130
1111	Singleton Station	10590	130
1120	WYCLIFFE WELL	10840	130
1120	Sign: TT 180	10840	130
1124	Beginning of 42km straight	10960	120
1131	Sign: TT 170	11170	120
1137	Radio tower 8396	11342	125
1138	Ali Curung	11371	125
1139	Railway Overpass	11400	125
1140	Sign: TT 160	11428	130
1150	Sign: TT 150	11705	130
1160	Sign: TT 140	11982	130
1165	Parking bay	12120	130
1168	Davenport Ranges Road	12203	130
1169	Taylor Creek	12233	120
1170	Sign: TT 130	12263	120

Km	Place	Time	Speed
1178	WWII Barrow Creek Depot	12494	125
1180	Sign: TT 120	12554	120
1186	Floodway	12726	125
1190	Sign: TT 110	12846	120
1198		13108	110
1200	Sign: TT 100	13171	115
1207	Radio Tower 8394	13381	120
1208	Neutral Junction	13410	125
1210	Sign: TT 90	13465	130
1211	Barrow Creek	13493	130
1217	Solar panels	13659	130
1219	Cattle grid - Floodway	13716	125
1220	Sign: TT 80	13745	125
1229	Floodways	14015	120
1230	Sign: TT 70	14045	120
1240	Sign: TT 60	14333	125
1241	Stirling Station	14362	125
1244	Willora Community	14452	120
1247	Floodways	14542	120
1250	Parking bay – truck rest	14632	120
1251	Hospital Sign: (50k)	14662	120
1257	Floodways	14842	120
1260	Sign: TT 40	14925	130
1270	Sign: TT 30	15202	130
1275	Hospital Sign: (25k)	15340	130
1279	Stuart Memorial	15451	130
1280	Sign: TT 20	15480	125
1282	Floodway	15538	125
1287	Skull Creek	15682	125
1290	Sign: TT 10	15772	120
1291	Floodway	15804	110
1299	Speed limit 100 Km/h	16092	100
1300	Speed limit 80 Km/h	16137	80
1301	Cattle grid	16189	70
1301	Speed limit 60 Km/h	16189	60
1302	Ti Tree Control Stop	16189	0
1303	Cattle grid	17989	0
1303	Speed limit 100 Km/h	17989	100
1304	Speed Limit 130 Km/h	18016	130
1305	Sign: AS 190	18044	130

Km	Place	Time	Speed
1311	Mara Jutunta	18210	130
1315	Sign: AS 180	18321	130
1316	TiTree farm	18349	130
1319	Cattle grid	18439	120
1325	Sign: AS 170	18605	130
1335	Sign: AS 160	18893	125
1345	Sign: AS 150	19170	130
1345	Mt Denison	19170	125
1347	Parking bay	19227	125
1349	Prowse Gap	19283	130
1352	Cattle grid	19373	120
1355	Sign: AS 140	19456	130
1356	Sign: Aileron 5Km	19484	130
1358	Floodways	19539	130
1365	Sign: AS 130	19733	130
1369	Ryan's Well Rest Area	19844	130
1371	Floodways	19899	130
1375	Sign: AS 120	20010	130
1377	Napperby Homestead	20065	130
1378	Radio tower 8389	20094	125
1379	Native Gap	20123	125
1381	Grid	20183	120
1385	Sign: AS 110	20294	130
1395	Sign: AS 100	20570	130
1400	Connor's Well	20709	130
1402	Solar panels	20766	125
1405	Sign: AS 90	20853	125
1415	Sign: AS 80	21153	120
1420	Sign: Hospital 75	21303	120
1425	Sign: AS 70	21447	125
1427	Plenty Hwy	21504	125
1428	Cattle grid	21534	120
1430	Truck parking bay	21590	130
1435	Sign: AS 60	21728	130
1436	Yamba Station	21756	130
1438	Burt Creek	21811	130
1441	Harry Creek	21894	130
1443	Arltunga drive	21950	130
1445	Sign: AS 50	22005	130
1447	McGrath Creek	22061	130
1448	Cattle grid	22091	120

Km	Place	Time	Speed
1455	Sign: AS 40	22301	120
1461	Radio tower 8397	22481	120
1462	Crossing TROPIC OF CAPRICORN	22511	120
1463	16 Mile Creek	22539	125
1465	Sign: AS 30	22597	125
1471	Bond Springs airstrip Sign	22777	120
1471,8	Speed limit 110	22803	110
1472	Parking bay	22810	110
1473	Tanami Road	22843	110
1473	Cattle Grid	22843	100
1475	Parking area	22898	130
1476	Railway overpass	22926	130
1480	Colyer Creek	23036	130
1481	Parking area	23064	130
1482	Speed limit 100 Km/h	23100	100
1483	Sign: AS 10	23136	100
1486	Speed limit 80 Km/h	23271	80
1487	Charles River	23316	80
1488	Speed limit 70 Km/h	23367	70
1489	Speed limit 50 Km/h	23439	50
1492	Wills Terrace	23655	50
1492	McDonalds	23655	40
1492	Stott Terrace	23655	45
1492	Skinner St	23655	45
1493	Alice Spring	23655	0
1494	Telegraph Terrace	25455	0
1495	Roundabout	25527	50
1495	Palm Circuit	25527	70
1499	Speed limit 90 Km/h	25687	90
1499	Speed limit 80 Km/h	25687	80
1500	Speed limit 100 Km/h	25723	100
1503	TURN RIGHT	25831	100
1504	Railway Crossing	25867	100
1505	Floodway	25903	100
1505	Railway Crossing	25903	100
1506	Floodway	25939	100
1506	Sign: Kulgera 260	25939	100
1508	Roe Creek	26011	100
1509	Speed Limit 110 Km/h	26044	110
1513	Floodways	26175	110

Km	Place	Time	Speed
1513,5	Cattle yards	26191	110
1514	Correctional Centre (Jail)	26208	110
1514,5	Floodways	26223	120
1515	Speed Limit 130 Km/h	26237	130
1516	Sign: KU 250	26264	130
1521		26403	130
1526	Sign: KU 240	26541	130
1528	Solar panels	26597	130
1531	Truck parking bay	26683	125
1535	Orange Creek	26794	130
1544	Floodway	27043	130
1546	Sign: KU 220	27101	125
1556	Mt Polhill rest area	27378	130
1561	Owen Springs Reserve	27516	130
1564	Solar panels	27602	125
1569	Rainbow Valley	27752	120
1576	Sign: KU 190	27962	120
1577	Truck parking bay	27991	125
1583	STUARTS WELL	28164	125
1587	Hugh River	28284	120
1588	Orange Creek H/S	28314	120
1589	Cannonball Run Memorial	28342	130
1593	Maryvale	28453	130
1596	Sign: KU 170	28536	130
1602	Truck parking bay	28708	125
1605	Solar panels	28795	125
1606	Sign: KU 160	28822	130
1611	Maloney Creek	28966	125
1616	Sign: KU 150	29110	125
1617	Finke rest area	29138	130
1617	Finke River Bridge	29138	125
1617	Finke River	29138	125
1621	Airstrip on left	29249	130
1622	Kings Canyon	29279	120
1626	Sign: KU 140	29390	130
1636	Sign: KU 130	29667	130
1640	Truck parking bay	29782	125
1642	Palmer River	29839	125
1645	Solar panels	29923	130
1646	Sign: KU 120	29950	130
1656	Sign: KU 110	30227	130

Km	Place	Time	Speed
1659	Desert Oaks rest area	30317	120
1661	Salt Creek	30375	125
1664	Truck parking bay	30458	130
1666	Sign: KU 100	30515	125
1676	Sign: KU 90	30792	130
1678	Idracowra station	30848	130
1686	Sign: KU 80	31088	120
1690	Speed limit 100 Km/h	31232	100
1691	Speed limit 80 Km/h	31277	80
1691	Radio tower	31277	80
1691	ERLDUNDA	31277	75
1692	Speed limit 100 Km/h	31313	100
1692	Uluru-KataTjuta (Ayers Rock)	31313	100
1692	Speed limit 100 Km/h	31313	100
1693	Sign: Kulgera 73	31349	100
1694	Airstrip	31389	90
1694	Speed limit 130 Km/h	31389	100
1696	Sign: KU 70	31449	120
1706	Sign: KU 60	31726	130
1709	Lyndavale	31809	130
1710	Truck Parking bay	31836	130
1716	Sign: KU 50	32003	130
1726	Sign: KU 40	32291	125
1736	Sign: KU 30	32579	125
1743		32772	130
1746	Sign: K 20	32855	130
1752	Kalamurta Creek	33022	130
1754	Solar panels	33094	100
1756	Sign: K 10	33274	40
1766	Kulgera Control Stop	33274	0

2.3.2.2.3 Driving Cycle Pada Hari Ketiga

Pada hari ketiga didapat *driving cycle* dan waktu tempuh dapat diketahui dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Office Excel 2010*, sehingga didapatkan tabel perhitungan sebagai berikut.

Tabel 2.3 Tabel *driving cycle* pada hari ketiga dari Kulgera menuju ke Glendambo

Km	Place	Time	Speed
1767	Sign: SA Border 20 Km	0	0
1771	Parking area	288	50
1775	Truck parking bay	432	100

Km	Place	Time	Speed
1782	Mt Cavanagh Station	684	100
1785	Victory Downs Station	782	110
1786	Sign: Marla 160	815	110
1787	Parking area	855	90
1788	State Border	891	100
1790	Speed Limit 110 Km/h	963	100
1792	Tourist Sign	1028	110
1793	Cattle grid	1061	110
1796	Sign: M 149	1169	100
1806	Sign: M 139	1169	110
1807	Highway marker 20	1169	105
1807	Speed Limit 110 Km/h	1169	100
1809	Narrow Bridge	1235	110
1815	Next phone 10 Km	1431	110
1816	Sign: M 129	1464	110
1817	Highway marker 30	1496	110
1818	Solar panels	1529	110
1820	Sign: Marryat rest area 5	1595	110
1825	Marryat Creek	1758	110
1825	Marryat Rest Area	1758	110
1826	Sign: M 119	1794	100
1827	Highway marker 40	1830	100
1830	Grid	1950	90
1835	De Rose Hill Station	2140	95
1836	Sign: M 109	2176	100
1837	Highway marker 50	2208	110
1837	Cattle grid	2208	90
1838	Eateringinna Creek	2244	100
1842	Cattle grid	2375	110
1846	Sign: M 99	2519	100
1847	Highway marker 60	2559	90
1849	Cattle grid	2631	100
1853	Cattle grid	2791	90
1856	Sign: M 89	2899	100
1857	Highway marker 70	2932	110
1860	Agnes Creek Parking bay	3030	110
1860	Agnes Creek	3030	110
1862	Cattle grid	3110	90
1866	Sign: M 79	3254	100
1867	Highway marker 80	3287	110
1869	Cattle grid	3367	90
1876	Sign: M 68	3619	100
1877	Highway marker 90	3652	110

Km	Place	Time	Speed
1878	Airstrip	3684	110
1878	Tarcoonyinna Creek	3684	90
1881	Cattle grid	3792	100
1883	Solar panels	3858	110
1884	Railway bridge	3891	110
1886	Sign: M 59	3956	110
1887	Highway marker 100	3989	110
1891	Parking bay on left	4120	110
1896	Sign: M 49	4283	110
1897	Highway marker 110	4316	110
1900	Cattle grid	4436	90
1901	Granite Downs H/S	4476	90
1903	Indulkana Creek	4548	100
1906	Sign: M 39	4646	110
1907	Highway marker 120	4679	110
1909	Cattle grid	4759	90
1916	Sign: M 29	5039	90
1917	Highway marker 130	5075	100
1923	Cattle grid	5315	90
1926	Sign: M 19	5435	90
1927	Highway marker 140	5471	100
1937	Highway marker 150	5798	110
1941	Mintabie opal field	5929	110
1944	Traffic Monitor	6037	100
1945	Quarantine Bin	6073	100
1945	MARLA BORE	6073	90
1945	Cattle Grid	6073	90
1945	Oodnadatta Track	6073	100
1946	Speed limit 110 Km/h	6109	100
1946	Wallatinna airstrip	6109	110
1947	Highway marker 160	6145	100
1949	Cattle Grid	6211	110
1955	Sign: CP 223	6407	110
1957	Highway marker 170	6472	110
1957	Cattle Grid	6472	90
1965	Sign: CP 213	6760	100
1967	Highway marker 180	6826	110
1972	Cattle grid	7026	90
1973	Camp area	7059	110
1975	Sign: CP 203	7124	110
1977	Highway marker 190	7189	110
1979	Parking bay	7255	110
1985	Sign: CP 193	7451	110

Km	Place	Time	Speed
1987	Highway marker 200	7517	110
1988	Cattle grid	7557	90
1993	Wintinna Creek	7757	90
1995	Sign: CP 183	7829	100
1997	Grid	7894	110
1998	Tower Creek	7927	110
2002	Solar panels	8127	90
2004	Wintinna H/S	8199	100
2005	Sign: CP 173	8239	90
2007	Highway marker 220	8311	100
2007	Cattle grid	8311	90
2013	Apreetinna Creek	8527	100
2016	Cattle grid	8647	90
2017	Highway marker 230	8683	100
2021	Sign: Cadney Park 5	8843	90
2024	Cattle grid	8963	90
2025	Sign: CP 153	8999	100
2025	CADNEY HOMESTEAD	8999	100
2026	Speed Limit 110 Km/h	9035	100
2027	Highway marker 240	9068	110
2027	Mt Willoughby Station	9068	110
2032	Cattle grid	9268	90
2035	Sign: CP 143	9388	90
2037	Highway marker 250	9460	100
2038	Cattle grid	9500	90
2045	Sign: CP 133	9780	90
2046	Cattle grid	9820	90
2047	Highway marker 260	9856	100
2051	Cattle grid	10016	90
2055	Sign: CP 123	10160	100
2055	Terminos Creek	10160	100
2055	Radio tower	10160	100
2057	Highway marker 270	10232	100
2065	Sign: CP 113	10520	100
2067	Highway marker 280	10585	110
2075	Sign: CP 103	10847	110
2077	Highway marker 290	10912	110
2082	Cattle grid	11112	90
2085	Sign: CP 93	11211	110
2086	Rest area	11243	110
2087	Highway marker 300	11276	110
2089	Pootnoura Channel No 3	11341	110
2091	Radio tower	11407	110

Km	Place	Time	Speed
2094	Pootnoura Channel No: 2	11505	110
2095	Sign: CP 83	11538	110
2096	Pootnoura Channel No: 1	11571	110
2096	Highway marker 310	11571	110
2098	Sign: Pootnoura 5 Km	11636	110
2103	Pootnoura rest area	11816	100
2105		11888	100
2106	Highway marker 320	11924	100
2115	Sign: CP 63	12219	110
2116	Highway marker 330	12251	110
2120	Solar panels	12382	110
2125	Sign: CP 53	12546	110
2126	Highway marker 340	12582	100
2135	Sign: CP 43	12876	110
2136	Double cattle grid (Dog Fence) at 7000km it is the worlds longest fence	12921	80
2136	Highway marker 350	12921	100
2138	Bridge	12987	110
2145	Sign: CP 33	13239	100
2146	Highway marker 360	13275	100
2148	Mt Clarence H/S	13340	110
2155	Sign: CP 23	13569	110
2155	Cottonbush Creek	13569	110
2156	The Breakaways	13602	110
2156	Highway marker 370	13602	110
2160	Fourteen Mile Field	13733	110
2165	Sign: CP 13	13897	110
2166	Highway marker 380	13929	110
2174	Truck parking bay	14191	110
2174	Mabel Creek H/S	14191	100
2175	Sign: CP 3	14227	100
2176	Oodnadatta track	14263	100
2176	Highway marker 390	14263	90
2178	Coober Pedy / Oodnadatta	14383	60
2179	TURN LEFT Huchinson Street	14473	40
2180	Cobber Peddy	14473	0
2181	Parking bay	16273	0
2182	Speed Limit 110 Km/h	16453	20
2182	Sign: Monument on left	16453	40
2183	William Creek	16513	60
2187	Sign: G 252	16693	80

Km	Place	Time	Speed
2188	Highway marker 400	16729	100
2190	Monument on left	16795	110
2198	Highway marker 410	17056	110
2207	Sign: G 232	17351	110
2208	Highway marker 420	17384	110
2216	Cattle grid – Ingomar Station	17704	90
2217	Sign: G 212	17740	100
2218	Highway marker 430	17774	105
2225	Parking bay	18014	105
2227	Sign: G 202	18086	100
2228	Highway marker 440	18122	100
2231	Track	18225	105
2235	Stack large tyres	18356	110
2238	Sign: G192	18454	110
2244	Track	18670	100
2247	Sign: G 182	18778	100
2248	Cattle grid & Highway marker 460	18818	90
2249	Brumby Creek	18854	100
2257	Sign: G 172	19142	100
2260	Ingomar H/S	19245	105
2263	Prominent Hill Mine	19348	105
2265	G 162	19416	105
2269	Ingomar rest area	19553	105
2274	Cattle grid	19733	100
2278	Highway marker 490	19871	105
2283	Old Peake Creek	20042	105
2286	Dresley Creek	20145	105
2287	Cattle grid – Twins station	20185	90
2288	Highway marker 500	20221	100
2289	McDouall Peak Station	20257	100
2290	Mirikata H/S	20291	105
2293	Parking Bay	20394	105
2295	Cattle grid	20466	100
2298	Highway marker 510	20569	105
2298	G132	20569	105
2305	The Twins H/S	20809	105
2306	Cattle grid	20849	90
2306	Parking bay	20849	100
2308	Sign: G 122	20914	110
2312	Highway marker 520	21045	110
2313	Cattle grid	21079	105

Km	Place	Time	Speed
2318	Sign: G 112	21243	110
2318	Highway marker 530	21243	110
2321	Commonwealth Hill	21341	110
2322	Cattle grid	21381	90
2327	Airstrip warning	21561	100
2329	Emergency airstrip for the Flying Doctor	21633	100
2329	Sign: G 102	21633	105
2334	Radio tower	21805	105
2338	Highway marker 550	21942	105
2346	Cattle grid	22262	90
2347	Bon Bon rest area	22298	100
2348	Highway marker 560	22334	100
2349	Sign: G 82	22370	100
2355	Mt Eba	22576	105
2358	Parking bay	22678	105
2358	Highway marker 570	22678	105
2359	Sign: G 72	22711	110
2368	Parking bay	23006	110
2368	Highway marker 580	23006	110
2369	Solar panels	23042	100
2370	Sign: G 62	23076	105
2378	Highway marker 590	23364	100
2380	Kingoonya	23436	100
2380	Sign: G 52	23436	105
2382	Cattle grid	23516	90
2386	Radio tower	23660	100
2388	Highway marker 600	23732	100
2389	Sign: G 42	23766	105
2398	Highway marker 610	24075	105
2401	Sign: G 32	24178	105
2402	Cattle grid	24218	90
2404	Parking bay	24290	100
2408	Highway marker 620	24434	100
2409	Sign: G 22	24470	100
2413	Cattle grid – Coondambo Station	24630	90
2415	Cattle grid	24720	80
2418	Highway marker 630	24840	90
2420	Sign: G 12	24912	100
2422	Mt Vivian H/S	24984	100
2423	Parking bay	25018	105
2427	Cattle grid	25155	105

Km	Place	Time	Speed
2428	Highway marker 640	25200	80
2431	Tarcoola t/o	25470	40
2432	Glendambo Control Stop	25470	0
2432	Rejoin Stuart Hwy	27270	0
2433	Speed Limit Sign: 110 Km/h	27450	20
2437	Cattle grid	27810	40
2438	Highway marker 650	27870	60
2441	Sign: PI 103	28005	80
2443	Cattle grid	28108	70
2444	Railway bridge	28153	80
2445	Sign: P98	28193	90
2448	Highway marker 660	28313	90
2451	Cattle grid	28448	80
2452	Sign: PI 93	28488	90
2455	Parking bay	28596	100
2458	Highway marker 670	28699	105
2459	Cattle grid	28739	90
2461	Sign: PI 83	28829	80
2462	Cattle grid	28880	70
2467	Cattle grid	29137	70
2468	Highway marker 680	29182	80
2470	Solar panels	29262	90
2471	Sign: PI 73	29297	105
2477	Cattle grid	29537	90
2478	Highway marker 690	29577	90
2481	Sign: PI 63	29685	100
2486	Wirraminna H/S	29865	100
2488	Highway marker 700	29933	105
2491	Sign: PI 53	30036	105
2498	Highway marker 710	30276	105
2500	Parking bay	30345	105
2501	Sign: PI 43	30381	100
2502	Lake Hart	30415	105
2504	Parking bay	30484	105
2508	Highway marker 720	30621	105
2510	Parking bay	30686	110
2512		30752	110
2513	Eucolo Creek	30788	100
2520	Cattle grid	31068	90
2521	Parking bay	31102	105
2522	Sign: PI 23	31138	100
2523	Parking bay	31172	105

Km	Place	Time	Speed
2527	Sign: PI 18	31309	105
2528	Highway marker 740	31344	105
2531	Cattle grid	31464	90
2536	Sign: PI 8	31644	100
2538	Highway marker 750	31709	110
2542	Cattle grid	31869	90
2544	Pimba / Woomera	31938	105
2545	Speed Limit Sign: 110 Kmh	31970	110
2547	Cattle grid	32050	90
2548	Highway marker 760	32083	110
2548	Sign: PA 167	32083	110
2556	Cattle grid	32403	90
2558	Radio tower	32475	100
2558	Highway marker 770	32475	105
2561	Parking bay	32578	105
2561	Caution – Police speed check area – 110 Kmh limit	32578	90
2563	Sign: PA 152	32758	40
2566	Railway overpass	32808	0

2.3.2.2.4 Driving Cycle Pada Hari Keempat

Pada hari keempat didapat *driving cycle* dan waktu tempuh dapat diketahui dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Office Excel 2010*, sehingga didapatkan tabel perhitungan sebagai berikut.

Tabel 2.4 Tabel *driving cycle* pada hari keempat dari Glendambo menuju ke Adelaide

Km	Place	Time	Speed
2568	Highway marker 780	0	0
2571	Wirrappa R/S	108	100
2572	Cattle grid	148	90
2578	Highway marker 790	354	105
2578	Sign: PA 137	354	105
2579	Cattle grid	394	90
2582	Mt Gunson mines	492	110
2584	Cattle grid	572	90
2585	Sign: PA 132	608	100
2588	Highway marker 800	711	105
2595	Sign: PA 122	963	100
2595	Cattle grid	963	90
2598	Highway marker 810	1071	100
2601	Parking bay	1174	105
2605	Sign: PA 112	1318	100

Km	Place	Time	Speed
2605	Oakden Hills H/S	1318	100
2606	Woocalla Creek	1352	105
2608	Highway marker 820	1420	105
2610	Sign: PA 107	1489	105
2610	Salt lakes	1489	90
2614	Parking bay	1633	100
2615	Sign: PA 102	1669	100
2617	Cattle grid	1749	90
2618	Highway marker 830	1789	90
2620	Sign: PA 97	1879	80
2622	Parking bay	1959	90
2625	Sign: PA 92	2067	100
2628	Highway marker 840	2175	100
2630	Sign: PA 87	2244	105
2631	Parking bay	2278	105
2632	Cattle grid	2323	80
2635	Sign: PA 82	2443	90
2636	Parking bay	2479	100
2637	Pernatty Station	2512	110
2638	Highway marker 850	2544	110
2640	Sign: PA 77	2610	110
2641	Cattle grid	2650	90
2645	Sign: PA 72	2794	100
2647	Cattle grid	2874	90
2648	Highway marker 860	2910	100
2650	Sign: PA 67	2975	110
2651	Kootaberra H/S	3011	100
2655	Ranges view rest area	3148	105
2656	Cattle grid	3188	90
2658	Highway marker 870	3268	90
2660	Sign: PA 57	3340	100
2663	Cattle grid	3460	90
2665	Rail crossing	3540	90
2666	Yudnapinna H/S	3576	100
2668	Highway marker 880	3648	100
2670	Sign: PA 47	3714	110
2672	Parking bay	3786	100
2674	Cattle grid	3866	90
2675	Sign: PA 42	3902	100
2677	Causeway start	3967	110
2678	Highway marker 890	4000	110
2680	Sign: PA 37	4065	110
2682	Parking bay	4131	110

Km	Place	Time	Speed
2683	Cattle grid	4171	90
2685	Sign: PA 32	4243	100
2688	Highway marker 900	4351	100
2689	Radio tower	4387	100
2690	Sign: PA 27	4423	100
2691	Cattle grid	4463	90
2695	Sign: PA 22	4607	100
2697	Cattle grid	4687	90
2698	Highway marker 910	4723	100
2705	Cattle grid	5003	90
2707	Corraberra H/S	5075	100
2708	Cattle grid	5115	90
2708	Highway marker 920	5115	100
2710	Sign: PA 7	5187	100
2712	Yorkey's crossing	5259	100
2712	Sign: PA 5	5259	90
2713	Speed limit 80 Km/h	5304	80
2713	Speed limit 60 Km/h	5304	60
2714	Town	5364	60
2714,2	Town	5378	50
2714,3	Town	5386	50
2714,6	Town	5407	50
2714,9	Town	5425	60
2715,5	Town	5473	45
2715,8	Town	5497	45
2716,3	Town	5533	50
2716,5	Town	5548	50
2717,6	Town	5614	60
2717,9	Town	5632	60
2718,4	Town	5692	30
2718,8	Town	5764	20
2719	Port Augusta	5764	0
2720	Rejoin Stuart Hwy	7564	0
2721	Speed limit 100 kmh	7744	20
2721	Port Augusta Jail	7744	40
2722	Railway Bridge	7804	60
2725	B83 Quorn	7939	80
2726	Divided Road ends	7990	70
2726	Highway Marker 10	7990	80
2726	Bridge	7990	90
2727	Sign PG 59	8030	90
2732	Power lines cross	8255	80
2732	Power lines Very Cross !!	8255	90

Km	Place	Time	Speed
2736	Highway Marker 20	8399	100
2737	Overtaking lane begins	8435	100
2737	Sign PG49	8435	100
2738	Overtaking lane ends	8471	100
2739	Rest Area	8507	100
2739	B56 Wilmington	8507	100
2742	Sign PG44	8621	95
2744	Overtaking lane begins	8696	95
2746	Overtaking lane ends	8776	90
2747	Sign PG39	8816	90
2751	Highway Marker 35	8968	95
2751	Sign PG34	8968	100
2756	Overtaking lane begins	9148	100
2756	Sign PG29	9148	100
2757	Overtaking lane ends	9184	100
2761	Highway Marker 45	9344	90
2762	Sign PG24	9384	90
2764	Mambray Creek Rest Area	9460	95
2766	Highway Marker 50	9532	100
2767	Sign PG19	9568	100
2771	Overtaking lane begins	9712	100
2772	Overtaking lane ends	9748	100
2773	Baroota	9784	100
2776	Highway Marker 60	9892	100
2777	Sign PG9	9932	90
2778	Rest Area	9968	100
2781	Rail Overpass	10076	100
2782	Sign PG4	10112	100
2784	Murraytown	10184	100
2785	Port Germain	10220	100
2786	Highway Marker 70	10256	100
2788	Rest Area	10328	100
2789	Overtaking lane begins	10364	100
2790	Overtaking lane ends	10404	90
2791	Highway Marker 75	10440	100
2791	Telowie Gorge	10440	100
2796	Highway Marker 80	10640	90
2796	Telowie Gorge	10640	100
2798	Sign PP11	10712	100
2799	Overtaking lane begins	10752	90
2800	Overtaking lane ends	10790	95
2801	Speed limit 100kmh	10826	100
2803	B89 Pt Pirie	10898	100

Km	Place	Time	Speed
2806	Highway Marker 90	11006	100
2807	BP Servo	11046	90
2808	Speed 110 kmh	11082	100
2810	Sign CB19	11147	110
2810	Mobil Service Station	11147	100
2812	Speed Limit 80kmh	11227	90
2812	Warnertown	11227	80
2812	Speed Limit 110kmh	11227	100
2814	Overtaking lane begins	11293	110
2816	Highway Marker 100	11358	110
2816	Overtaking lane ends	11358	110
2817	B79 Gladstone	11394	100
2819	Sign CB9	11463	105
2820	Overtaking lane begins	11499	100
2823	Overtaking lane ends	11634	80
2825	B64 Crystal Brook	11702	105
2826	Highway Marker 110	11742	90
2826	Rail Overpass	11742	100
2828	Bridge	11814	100
2830	Overtaking lane begins	11883	105
2832	Overtaking lane ends	11951	105
2834	Rest Area	12020	105
2835	Narrow bridge	12060	90
2836	Highway Marker 120	12096	100
2839	Pt Broughton	12204	100
2839	Broughton River bridge	12204	110
2841	Highway Marker 125	12269	110
2844	Sign R9	12368	110
2846	Highway Marker 130	12436	105
2847	Overtaking lane begins	12470	105
2848	Overtaking lane ends	12503	110
2851	Highway Marker 135	12606	105
2853	Redhill	12675	105
2853	Overtaking lane begins	12675	110
2856	Highway Marker 140	12795	90
2856	Overtaking lane ends	12795	90
2857	Sign S23	12895	100
2861	Rest Area	12895	100
2862	Sign S18	12927	110
2866	Highway Marker 150	13087	90
2872	Overtaking lane begins	13303	100
2872	Sign S8	13303	90
2873	Overtaking lane ends	13339	100

Km	Place	Time	Speed
2876	Highway Marker 160	13437	110
2876	Trucking Rest Area	13437	100
2879	BP Service Station	13540	105
2880	Brinkworth	13580	90
2881	Snowtown	13620	90
2885	Overtaking lane begins	13764	100
2887	Overtaking lane ends	13844	90
2891	Highway Marker 175	14004	90
2894	Loch Ness Monster	14112	100
2897	Speed 80kmh	14220	100
2898	Lochiel	14253	110
2899	Speed 110 kmh	14289	100
2901	Rest Area	14369	90
2902	Overtaking lane begins	14405	100
2903	Overtaking lane ends	14438	110
2906	Highway Marker 190	14536	110
2907	Balaklava	14569	110
2913	Sign PW12	14765	110
2916	Highway Marker 200	14885	90
2917	Overtaking lane begins	14921	100
2919	Overtaking lane ends	14993	100
2923	Sign PW 7	15137	100
2926	Highway Marker 210	15245	100
2927	Traffic merging from Right	15285	90
2928	Sign PW2	15325	90
2928	Speed 80 kmh	15325	80
2929	Speed 50 kmh	15397	50
2929	Port Wakefield	15397	60
2930	Speed 80kmh	15442	80
2930	Cable Lane Barrier	15442	90
2931	Speed 110 kmh	15478	100
2932	2 lane divided Highway to Adelaide	15514	100
2936	Highway Marker 220	15658	100
2938	Sign D26	15724	110
2940	Parking Bay	15789	110
2943	Sign: D 21	15887	110
2945	Avon	15953	110
2948	Sign: D 16	16051	110
2948	Wild Horse Plains	16051	100
2949	Sign: D 11 and Adelaide 76	16085	105

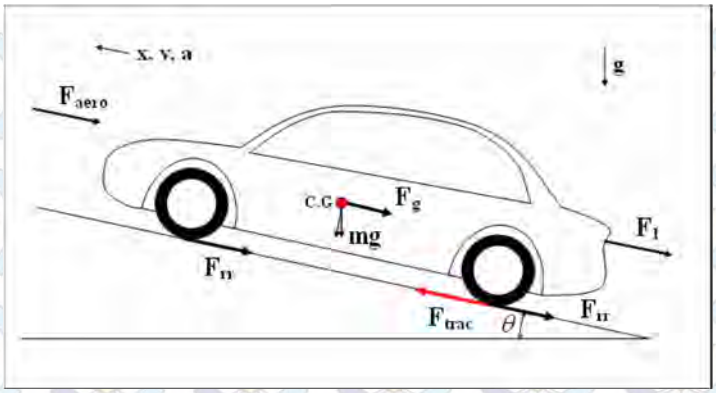
Km	Place	Time	Speed
2950	Long Plains	16119	105
2957	Highway marker 241	16359	105
2957	Windsor	16359	110
2960	Port Parham	16458	110
2961	Dublin	16490	110
2966	Highway marker 250	16654	110
2970	Sign: TW 12	16785	110
2973	Lower Light	16883	110
2974	Lower Light	16919	100
2975	Sign: Adelaide 48	16953	105
2977	Porter Road	17022	105
2980	Sign: TW 2	17130	100
2981	Two Wells / Gawler	17166	100
2982	Two Wells	17200	105
2983	Sign: Adelaide 38	17234	105
2985	Port Gawler	17306	100
2987	Gawler River	17378	100
2987	Highway Marker 277	17378	105
2989	Angle Vale Rd	17450	100
2990	Sign “Welcome to Adelaide”	17485	105
2993	McEvoy Rd	17593	100
2994	Ryan Rd	17629	100
2995	Road Sign Adelaide 26	17663	105
2996	Expressway Overpass	17703	90
2997	Mill Rd South	17754	70
2998	St Kilda Rd	17874	30
2998	END OF TIMING	17874	0
3002,6	Traffic Lights	19674	0
3002,9	Speed limit 90 Km/h	19701	40
3003,7	Weighbridge	19743	70
3005,3	Globe Derby Park	19807	90
3006,4	Traffic Lights	19851	90
3007,1	Speed limit 90 Km/h	19879	90
3007,6	Traffic Lights – Salisbury overpass Use left lanes only	19901	80
3007,9	Speed limit 80 Km/h	19915	80
3009,4	Speed limit 70 Km/h	19992	70
3009,9	Traffic Lights	20052	30
3010,9	Speed limit 70 Km/h	20103	70
3011,6	Speed limit 60 Km/h	20145	60
3011,9	Traffic Lights	20199	20

Km	Place	Time	Speed
3012,7	Traffic Lights	20487	10
3014,8	Traffic Lights – Regency Road	21243	10
3015,1	Pedestrian Lights	21297	20
3015,2	Traffic Lights	21321	15
3015,9	Pedestrian lights	21405	30
3016,3	Pedestrian Lights	21441	40
3016,8	Do not use left lane	21477	50
3017,1	Traffic Lights	21504	40
3017,9	Traffic Lights Fitzroy Terrace	21792	10
3018	Speed Limit 50 kph	21828	10
3018,3	Traffic lights - Barton Tce	21855	40
3018,8	Traffic Lights – Tynte St	21891	50
3018,9	Traffic Lights – Archer St	21898	50
3019,1	Traffic Lights – Ward St	21916	40
3019,2	Traffic Lights – Brougham Place	21924	45
3019,6	Traffic Lights – Kermode St	21996	20
3020,1	Traffic Lights – Memorial Drive	22176	10
3020,6	Traffic Lights - North Terrace	22356	10
3020,8	Traffic Lights - Hindley Street	22404	15
3020,9	Traffic Lights - Grenfell Street	22416	30
3021,1	Traffic Lights - Pirie Street	22440	30
3022	Hindmarsh Square Finish Line	22540	0

2.3.3 Dinamika Kendaraan

2.3.3.1 Traksi Kendaraan

Sebuah kendaraan akan mengalami gaya-gaya yang bekerja pada sebuah kendaraan yang sejajar dengan arah akselerasi dapat dijabarkan dalam gambar berikut.



Gambar 2.22 Dinamika Kendaraan

F_{traksi} adalah gaya dorong kendaraan oleh mesin pada roda penggerak. Dalam tujuannya memenuhi *driving demand*, gaya ini dihambat oleh gaya hambat kendaraan. Gaya hambat pada kendaraan dapat dijabarkan dalam tiga macam gaya. Pertama adalah gaya hambat karena udara. Gaya ini disebut *drag force*. Besarnya gaya ini dipengaruhi oleh *massa* jenis udara (ρ), luasan *frontal area* (A), koefisien *drag* (C), dan kecepatan kendaraan (V).

$$F_{drag} = \tfrac{1}{2}.\rho.C_{D.}\,A\,.V^2 \qquad \ldots(2.1)$$

Gaya yang kedua adalah *rolling resistant*. Yaitu gaya hambat karena gesekan ban dengan jalan. Besarnya gaya ini dipengaruhi oleh koefisien *rolling* (C_{rr}), *massa* kendaraan (m), percepatan gravitasi (g), dan sudut tanjakan kendaraan (θ).

$$F_{rolling} = C_{rr}.m.g.\cos(\theta) \qquad \ldots(2.2)$$

Gaya yang ketiga adalah gaya hambat karena sudut kemiringan jalan. Besar gaya ini dipengaruhi oleh berat kendaraan dan sudut kemiringan jalan.

$$F_{grade} = m.g.\sin(\theta) \qquad \ldots(2.3)$$

2.3.3.2 Akselerasi Kendaraan

Akselerasi memiliki pengaruh besar pada performa kendaraan. Untuk melakukan akselerasi, diperlukan gaya lebih karena harus melawan gaya inersia kendaraan. Gaya inersia karena akselerasi ini dipengaruhi oleh besar akselerasi (a) dan massa kendaraan.

$$F_{inertia} = m.a \qquad \ldots(2.4)$$

Pada sebuah kendaraan yang dipacu dengan akselerasi tertentu, gaya traksi yang harus dicapai oleh mesin dapat dijabarkan sebagai penjumlahan dari gaya-gaya hambat dan inersia akibat percepatan. Dan daya traksi merupakan perkalian gaya dengan kecepatan.

$$F_{traksi} = F_{drag} + F_{rr} + F_{grade} + F_{inertia} \qquad \ldots(2.5)$$

$$P_{traksi} = (F_{drag} + F_{rr} + F_{grade} + F_{inertia})V \qquad \ldots(2.6)$$

V=kecepatan kendaraan

2.3.3.3 Kondisi Kecepatan Konstan

Pada kondisi kecepatan konstan, gaya inersia diabaikan karena percepatan bernilai nol.

$$P_{trac,wheel} = (F_{aero} + F_{grade} + F_{rr})V \quad \ldots(2.7)$$

2.3.3.4 Kondisi Deselerasi

Kendaraan dapat berada dalam kondisi deselerasi baik saat mesin dimatikan maupun saat mesin hidup. Saat kondisi mesin mati, mesin tidak tersambung dengan roda penggerak sehingga tidak menimbulkan kerugian daya karena *engine break*. Untuk dapat terus bergerak dan melawan gaya hambat, kendaraan hanya digerakkan oleh inersia kendaraan itu sendiri. Nilai perlambatan dapat dihitung dengan perumusan.

$$m.a = F_{drag} + F_{rr} + F_{grade} - F_{trac} \quad \ldots(2.8)$$

2.3.4 Sel Surya

Intensitas sinar matahari pada siang hari sekitar 1000W/m^2. Peningkatan intensitas sinar matahari bergantung terhadap altitude. Hal pertama yang dilakukan untuk membuktikan bahwa intensitas sinar matahari bergantung terhadap altitude (ketinggian suatu tempat), model dapat dibuat dengan mengasumsikan bahwa intensitas sinar matahari bervariasi secara linier sesuai dengan jumlah lapisan udarayang akan dilalui. Intensitas mobil surya diatas lapisan udara dan di atas permukaan laut telah diketahui, dan diasumsikan bahwa intensitas akan sangat bervariasi nilainya sesuai dengan prosentase dari lapisan udara diatas altitude. Persamaan massa jenis udara diintegrasikan untuk mengembangkan prosentase dari lapisan udara diatas altitude. Sayangnya model tersebut diprediksi hanya terjadi kenaikan beberapa persen saja pada solar array power di ketinggian 2000 m. Pendekatan ini tidak menarik kesimpulan secara akurat, sehingga model tersebut dianggap salah. Tanpa informasi yang cukup untuk membuat model yang lebih baik, asumsi terbaik adalah dengan mengasumsikan array power mengalami kenaikan 5% dengan setiap kenaikan ketinggian sebesar 300 m (1000 ft). intensitas juga dipengaruhi oleh ketebalan awan dan kabut.

Gambar 2.23 Sel surya

Efisiensi solar cell dipengaruhi oleh temperature, jadi sangat penting menjaga suhu solar cell agar tetap normal. Untuk sel silicon akan terjadi peningkatan daya 0.5% untuk setiap penurunan 1^{o}C. oleh sebab itu biasanya harus dilakukan penyemprotan air terhadap solar cell untuk menjaga suhu nya. Air memungkinkan untuk menghalangi sinar matahari yang akan masuk ke dalam solar cell, namun kelembapan air itu sendiri jau lebih penting karena akan meningkatkan 20% array power saat cuaca panas.

2.3.4.1 Perhitungan Daya yang Dihasilkan Oleh Sel Surya

Perhitungan dari radiasi sel surya di setiap tempat dan setiap waktu dapat diketahui untuk mengestimasi energi surya yang dapat diserap selama perlombaan. Parameter utama dalam perhitungan energi surya, antara lain :

- Tanggal (month M, day D)
- Waktu setempat (Hour Hr, Menit Mn)
- Zona waktu (Tz in hours, East/West or Greenwich)
- Latitude (ϕ) : lokasi angular di sebelah utara atau selatan garis khatulistiwa; $-90^o \leq \phi \leq 90^o$
- Longitude (Lng degrees, East or West)

Perhitungan energi surya diasumsikan pada kondisi yang cerah dan terang, dan tidak dipengaruhi oleh cuaca sebenarnya. Algoritma perhitungan prosesnya sebagai berikut :

1) Pertama adalah menghitung the day of the year N
Define $B = (N-1)360/365$ …(2.9)
dimana N adalah hari ke dalam satu tahun

2) Menemukan standard meridian
L_{st} = *(Perbedaan waktu dalam jam* T_z*)*15* …(2.10)
jika timur $L_{st} = 360 - L_{st}$ …(2.11)

3) Menghitung waktu lokal
T_s = *Waktu standard + 4(*L_{st} *– Longitude) +E*…(2.12)
$E = 229.2\ (0.000075+0.001868\ cos(B) – 0.032077\ sin(B)0.01461\ cos\ (2B) – 0.04089\ sin(2B))$ …(2.13)

…

4) Menghitung GƆ : Sudut jam (waktu matahari dalam sudut, terhitung 15 derajat setiap jam terhitung dari jam 12 siang, pagi negatif)

GƆ = *jika a.m {(12:00 –* T_s*)*15 per jam} kemudian {*T_s**15 per jam}*
…(2.14)

5) Menghitung sudut deklinasi matahari
$\delta = 23.45\ sin(360((284+N)/365))$ …(2.15)

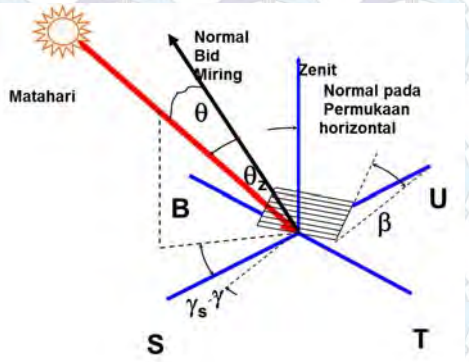
6) Energi bangkitan matahari Gso = 1367 watt/m2
Jadi energi yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dapat dihitung
$Gs_1 = Gso(1+0.33*cos(360N/365))$ …(2.16)

Rata-rata energi surya setiap hari
$Hd=(24*3600/\pi)*Gs_1(cos(\phi)cos(\delta)sin(GƆ_s)+(\pi*GƆ_s/180)sin(\phi)sin(\delta))$
…(2.17)

Dimana $GƆ_s$ adalah sudut jam matahari terbenam alam derajat
$Cos(GƆ_s)=-tan(\phi)tan(\delta)$ …(2.18)

Energi bangkitan sel surya
$I_A =(24*3600/\pi)G_{s1}(cos(\phi)cos(\delta)(sin(GƆ_2)-sin(GƆ)+(\pi(GƆ_2-GƆ_1)/180)sin(\phi)sin(\delta))$
…(2.19)

$E\ (t_2,I_1) = \eta_s\ A_2\ I_k$ …(2.20)



Gambar 2.24 Sudut yang ditimbulkan oleh sinar matahari

Keterangan :

ϕ : sudut lintang, sudut lokasi suatu tempat di muka bumi terhadap ekuator (arah utara positif).

δ : sudut deklinasi matahari terhadap garis zenith di ekuator pada saat pukul 12:00 waktu matahari.

β : sudut kemiringan antara bidang yang dimaksud dengan bidang horisontal.

γ : sudut azimuth permukaan, yaitu sudut antara proyeksi permukaan pada bidang horisontal dengan meridian (titik nol di selatan, negatif ke arah timur dan positif ke arah barat)

θ : sudut datang berkas sinar, yaitu sudut yang dibentuk oleh radiasi langsung dan garis normal bidang/permukaan.

θ_z : sudut zenith, yaitu sudut antara radiasi langsung matahari dengan garis normal bidang horisontal.

α : sudut ketinggian matahari, yaitu sudut antara radiasi langsung matahari dengan sudut horisontal.

ω : sudut jam, berharga nol tepat pada pukul 12:00. Kearah pagi bertanda positif (AM) dan kearah petang bertanda negatif (PM). Setiap jam setara dengan 15º.

Sehingga daya yang dihasilkan oleh solar sel dapat dihitung setiap harinya dengan menggunakan bantuan Software Microsoft Office Excel diperoleh tabel perhitungan sebagai berikut.

2.3.4.1.1 Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya Pada Hari Pertama

Rute pada hari pertama ditempuh dari Darwin menuju ke Tennant Creek dengan jarak tempuh sejauh 796 km. Berdasarkan rumusan perhitungan yang telah dibahas sebelumya makan daya yang dihasilkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai pukul 17.00 dapat dihitung sesuai dengan tabel perhitungan dibawah ini.

Tabel 2.5. Tabel perhitungan daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai 17.00 pada hari pertama

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
0	8	0	-69	-1,20	0,36	-0,93	0,36	476,80	643,68

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
4	8	4	-68	-1,19	0,37	-0,93	0,38	498,09	672,42
8	8	8	-67	-1,17	0,39	-0,92	0,39	519,23	700,95
12	8	12	-66	-1,15	0,41	-0,91	0,41	540,21	729,28
16	8	16	-65	-1,13	0,42	-0,91	0,43	561,03	757,39
20	8	20	-64	-1,12	0,44	-0,90	0,44	581,68	785,27
24	8	24	-63	-1,10	0,45	-0,89	0,46	602,16	812,92
28	8	28	-62	-1,08	0,47	-0,88	0,47	622,46	840,32
32	8	32	-61	-1,07	0,48	-0,87	0,49	642,57	867,46
36	8	36	-60	-1,05	0,50	-0,87	0,50	662,48	894,35
40	8	40	-59	-1,03	0,51	-0,86	0,52	682,20	920,97
44	8	44	-58	-1,01	0,53	-0,85	0,53	701,71	947,31
48	8	48	-57	-1,00	0,54	-0,84	0,55	721,01	973,36
52	8	52	-56	-0,98	0,56	-0,83	0,56	740,09	999,12
56	8	56	-55	-0,96	0,57	-0,82	0,57	758,95	1024,58
60	9	0	-54	-0,94	0,59	-0,81	0,59	777,58	1049,73
64	9	4	-53	-0,93	0,60	-0,80	0,60	795,97	1074,56
68	9	8	-52	-0,91	0,62	-0,79	0,62	814,13	1099,07
72	9	12	-51	-0,89	0,63	-0,78	0,63	832,04	1123,25
76	9	16	-50	-0,87	0,64	-0,77	0,64	849,69	1147,08
80	9	20	-49	-0,86	0,66	-0,75	0,66	867,09	1170,58
84	9	24	-48	-0,84	0,67	-0,74	0,67	884,23	1193,71
88	9	28	-47	-0,82	0,68	-0,73	0,68	901,10	1216,49
92	9	32	-46	-0,80	0,69	-0,72	0,70	917,70	1238,90
96	9	36	-45	-0,79	0,71	-0,71	0,71	934,03	1260,93
100	9	40	-44	-0,77	0,72	-0,69	0,72	950,06	1282,59
104	9	44	-43	-0,75	0,73	-0,68	0,73	965,82	1303,85
108	9	48	-42	-0,73	0,74	-0,67	0,74	981,28	1324,72
112	9	52	-41	-0,72	0,75	-0,66	0,75	996,44	1345,20
116	9	56	-40	-0,70	0,77	-0,64	0,77	1011,30	1365,26
120	10	0	-39	-0,68	0,78	-0,63	0,78	1025,86	1384,91
124	10	4	-38	-0,66	0,79	-0,62	0,79	1040,11	1404,14
128	10	8	-37	-0,65	0,80	-0,60	0,80	1054,04	1422,95
132	10	12	-36	-0,63	0,81	-0,59	0,81	1067,65	1441,33
136	10	16	-35	-0,61	0,82	-0,57	0,82	1080,94	1459,27
140	10	20	-34	-0,59	0,83	-0,56	0,83	1093,90	1476,77
144	10	24	-33	-0,58	0,84	-0,54	0,84	1106,53	1493,82
148	10	28	-32	-0,56	0,85	-0,53	0,85	1118,83	1510,42
152	10	32	-31	-0,54	0,86	-0,52	0,86	1130,78	1526,56
156	10	36	-30	-0,52	0,87	-0,50	0,87	1142,40	1542,24
160	10	40	-29	-0,51	0,87	-0,48	0,87	1153,67	1557,45

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
164	10	44	-28	-0,49	0,88	-0,47	0,88	1164,59	1572,20
168	10	48	-27	-0,47	0,89	-0,45	0,89	1175,16	1586,46
172	10	52	-26	-0,45	0,90	-0,44	0,90	1185,37	1600,25
176	10	56	-25	-0,44	0,91	-0,42	0,91	1195,22	1613,55
180	11	0	-24	-0,42	0,91	-0,41	0,91	1204,71	1626,36
184	11	4	-23	-0,40	0,92	-0,39	0,92	1213,84	1638,68
188	11	8	-22	-0,38	0,93	-0,37	0,93	1222,59	1650,50
192	11	12	-21	-0,37	0,93	-0,36	0,93	1230,98	1661,82
196	11	16	-20	-0,35	0,94	-0,34	0,94	1239,00	1672,64
200	11	20	-19	-0,33	0,95	-0,33	0,94	1246,64	1682,96
204	11	24	-18	-0,31	0,95	-0,31	0,95	1253,90	1692,76
208	11	28	-17	-0,30	0,96	-0,29	0,96	1260,78	1702,05
212	11	32	-16	-0,28	0,96	-0,28	0,96	1267,28	1710,83
216	11	36	-15	-0,26	0,97	-0,26	0,96	1273,39	1719,08
220	11	40	-14	-0,24	0,97	-0,24	0,97	1279,13	1726,82
224	11	44	-13	-0,23	0,97	-0,23	0,97	1284,47	1734,03
228	11	48	-12	-0,21	0,98	-0,21	0,98	1289,42	1740,72
232	11	52	-11	-0,19	0,98	-0,19	0,98	1293,98	1746,88
236	11	56	-10	-0,17	0,98	-0,17	0,98	1298,15	1752,51
240	12	0	-9	-0,16	0,99	-0,16	0,99	1301,93	1757,61
244	12	4	-8	-0,14	0,99	-0,14	0,99	1305,31	1762,17
248	12	8	-7	-0,12	0,99	-0,12	0,99	1308,30	1766,21
252	12	12	-6	-0,10	0,99	-0,10	0,99	1310,89	1769,70
256	12	16	-5	-0,09	1,00	-0,09	0,99	1313,09	1772,67
260	12	20	-4	-0,07	1,00	-0,07	1,00	1314,88	1775,09
264	12	24	-3	-0,05	1,00	-0,05	1,00	1316,28	1776,98
268	12	28	-2	-0,03	1,00	-0,03	1,00	1317,28	1778,32
272	12	32	-1	-0,02	1,00	-0,02	1,00	1317,88	1779,13
276	12	36	0	0,00	1,00	0,00	1,00	1318,08	1779,40
280	12	40	1	0,02	1,00	0,02	1,00	1317,88	1779,13
284	12	44	2	0,03	1,00	0,03	1,00	1317,28	1778,32
288	12	48	3	0,05	1,00	0,05	1,00	1316,28	1776,98
292	12	52	4	0,07	1,00	0,07	1,00	1314,88	1775,09
296	12	56	5	0,09	1,00	0,09	0,99	1313,09	1772,67
300	13	0	6	0,10	0,99	0,10	0,99	1310,89	1769,70
304	13	4	7	0,12	0,99	0,12	0,99	1308,30	1766,21
308	13	8	8	0,14	0,99	0,14	0,99	1305,31	1762,17
312	13	12	9	0,16	0,99	0,16	0,99	1301,93	1757,61
316	13	16	10	0,17	0,98	0,17	0,98	1298,15	1752,51
320	13	20	11	0,19	0,98	0,19	0,98	1293,98	1746,88

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
324	13	24	12	0,21	0,98	0,21	0,98	1289,42	1740,72
328	13	28	13	0,23	0,97	0,23	0,97	1284,47	1734,03
332	13	32	14	0,24	0,97	0,24	0,97	1279,13	1726,82
336	13	36	15	0,26	0,97	0,26	0,96	1273,39	1719,08
340	13	40	16	0,28	0,96	0,28	0,96	1267,28	1710,83
344	13	44	17	0,30	0,96	0,29	0,96	1260,78	1702,05
348	13	48	18	0,31	0,95	0,31	0,95	1253,90	1692,76
352	13	52	19	0,33	0,95	0,33	0,94	1246,64	1682,96
356	13	56	20	0,35	0,94	0,34	0,94	1239,00	1672,64
360	14	0	21	0,37	0,93	0,36	0,93	1230,98	1661,82
364	14	4	22	0,38	0,93	0,37	0,93	1222,59	1650,50
368	14	8	23	0,40	0,92	0,39	0,92	1213,84	1638,68
372	14	12	24	0,42	0,91	0,41	0,91	1204,71	1626,36
376	14	16	25	0,44	0,91	0,42	0,91	1195,22	1613,55
380	14	20	26	0,45	0,90	0,44	0,90	1185,37	1600,25
384	14	24	27	0,47	0,89	0,45	0,89	1175,16	1586,46
388	14	28	28	0,49	0,88	0,47	0,88	1164,59	1572,20
392	14	32	29	0,51	0,87	0,48	0,87	1153,67	1557,45
396	14	36	30	0,52	0,87	0,50	0,87	1142,40	1542,24
400	14	40	31	0,54	0,86	0,52	0,86	1130,78	1526,56
404	14	44	32	0,56	0,85	0,53	0,85	1118,83	1510,42
408	14	48	33	0,58	0,84	0,54	0,84	1106,53	1493,82
412	14	52	34	0,59	0,83	0,56	0,83	1093,90	1476,77
416	14	56	35	0,61	0,82	0,57	0,82	1080,94	1459,27
420	15	0	36	0,63	0,81	0,59	0,81	1067,65	1441,33
424	15	4	37	0,65	0,80	0,60	0,80	1054,04	1422,95
428	15	8	38	0,66	0,79	0,62	0,79	1040,11	1404,14
432	15	12	39	0,68	0,78	0,63	0,78	1025,86	1384,91
436	15	16	40	0,70	0,77	0,64	0,77	1011,30	1365,26
440	15	20	41	0,72	0,75	0,66	0,75	996,44	1345,20
444	15	24	42	0,73	0,74	0,67	0,74	981,28	1324,72
448	15	28	43	0,75	0,73	0,68	0,73	965,82	1303,85
452	15	32	44	0,77	0,72	0,69	0,72	950,06	1282,59
456	15	36	45	0,79	0,71	0,71	0,71	934,03	1260,93
460	15	40	46	0,80	0,69	0,72	0,70	917,70	1238,90
464	15	44	47	0,82	0,68	0,73	0,68	901,10	1216,49
468	15	48	48	0,84	0,67	0,74	0,67	884,23	1193,71
472	15	52	49	0,86	0,66	0,75	0,66	867,09	1170,58
476	15	56	50	0,87	0,64	0,77	0,64	849,69	1147,08
480	16	0	51	0,89	0,63	0,78	0,63	832,04	1123,25

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
484	16	4	52	0,91	0,62	0,79	0,62	814,13	1099,07
488	16	8	53	0,93	0,60	0,80	0,60	795,97	1074,56
492	16	12	54	0,94	0,59	0,81	0,59	777,58	1049,73
496	16	16	55	0,96	0,57	0,82	0,57	758,95	1024,58
500	16	20	56	0,98	0,56	0,83	0,56	740,09	999,12
504	16	24	57	1,00	0,54	0,84	0,55	721,01	973,36
508	16	28	58	1,01	0,53	0,85	0,53	701,71	947,31
512	16	32	59	1,03	0,51	0,86	0,52	682,20	920,97
516	16	36	60	1,05	0,50	0,87	0,50	662,48	894,35
520	16	40	61	1,07	0,48	0,87	0,49	642,57	867,46
524	16	44	62	1,08	0,47	0,88	0,47	622,46	840,32
528	16	48	63	1,10	0,45	0,89	0,46	602,16	812,92
532	16	52	64	1,12	0,44	0,90	0,44	581,68	785,27
536	16	56	65	1,13	0,42	0,91	0,43	561,03	757,39
540	17	0	66	1,15	0,41	0,91	0,41	540,21	729,28
RATE POWER									**1391,70**

2.3.4.1.2 Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya Pada Hari Kedua

Rute pada hari kedua ditempuh dari Tennant Creek menuju ke Kulgera dengan jarak tempuh sejauh 970 km. Berdasarkan rumusan perhitungan yang telah dibahas sebelumya makan daya yang dihasilkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai pukul 17.00 dapat dihitung sesuai dengan tabel perhitungan dibawah ini.

Tabel 2.6 Tabel perhitungan daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai 17.00 pada hari kedua

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
0	8	0	-60	-1,05	0,50	-0,87	0,50	659,33	890,09
4	8	4	-59	-1,03	0,51	-0,86	0,51	678,74	916,29
8	8	8	-58	-1,01	0,53	-0,85	0,53	697,94	942,22
12	8	12	-57	-1,00	0,54	-0,84	0,54	716,94	967,87
16	8	16	-56	-0,98	0,56	-0,83	0,56	735,73	993,24
20	8	20	-55	-0,96	0,57	-0,82	0,57	754,30	1018,30
24	8	24	-54	-0,94	0,59	-0,81	0,59	772,64	1043,06

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
28	8	28	-53	-0,93	0,60	-0,80	0,60	790,75	1067,51
32	8	32	-52	-0,91	0,62	-0,79	0,61	808,62	1091,64
36	8	36	-51	-0,89	0,63	-0,78	0,63	826,25	1115,44
40	8	40	-50	-0,87	0,64	-0,77	0,64	843,63	1138,91
44	8	44	-49	-0,86	0,66	-0,75	0,65	860,76	1162,03
48	8	48	-48	-0,84	0,67	-0,74	0,66	877,64	1184,81
52	8	52	-47	-0,82	0,68	-0,73	0,68	894,25	1207,23
56	8	56	-46	-0,80	0,69	-0,72	0,69	910,59	1229,30
60	9	0	-45	-0,79	0,71	-0,71	0,70	926,66	1250,99
64	9	4	-44	-0,77	0,72	-0,69	0,71	942,45	1272,31
68	9	8	-43	-0,75	0,73	-0,68	0,73	957,96	1293,24
72	9	12	-42	-0,73	0,74	-0,67	0,74	973,18	1313,79
76	9	16	-41	-0,72	0,75	-0,66	0,75	988,11	1333,94
80	9	20	-40	-0,70	0,77	-0,64	0,76	1002,74	1353,70
84	9	24	-39	-0,68	0,78	-0,63	0,77	1017,07	1373,04
88	9	28	-38	-0,66	0,79	-0,62	0,78	1031,09	1391,98
92	9	32	-37	-0,65	0,80	-0,60	0,79	1044,81	1410,49
96	9	36	-36	-0,63	0,81	-0,59	0,80	1058,21	1428,59
100	9	40	-35	-0,61	0,82	-0,57	0,81	1071,29	1446,25
104	9	44	-34	-0,59	0,83	-0,56	0,82	1084,06	1463,48
108	9	48	-33	-0,58	0,84	-0,54	0,83	1096,49	1480,26
112	9	52	-32	-0,56	0,85	-0,53	0,84	1108,60	1496,60

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
116	9	56	-31	-0,54	0,86	-0,52	0,85	1120,37	1512,50
120	10	0	-30	-0,52	0,87	-0,50	0,86	1131,80	1527,93
124	10	4	-29	-0,51	0,87	-0,48	0,87	1142,90	1542,91
128	10	8	-28	-0,49	0,88	-0,47	0,87	1153,65	1557,43
132	10	12	-27	-0,47	0,89	-0,45	0,88	1164,05	1571,47
136	10	16	-26	-0,45	0,90	-0,44	0,89	1174,10	1585,04
140	10	20	-25	-0,44	0,91	-0,42	0,90	1183,80	1598,14
144	10	24	-24	-0,42	0,91	-0,41	0,90	1193,15	1610,75
148	10	28	-23	-0,40	0,92	-0,39	0,91	1202,13	1622,88
152	10	32	-22	-0,38	0,93	-0,37	0,92	1210,75	1634,52
156	10	36	-21	-0,37	0,93	-0,36	0,92	1219,01	1645,67
160	10	40	-20	-0,35	0,94	-0,34	0,93	1226,90	1656,32
164	10	44	-19	-0,33	0,95	-0,33	0,94	1234,42	1666,47
168	10	48	-18	-0,31	0,95	-0,31	0,94	1241,57	1676,12
172	10	52	-17	-0,30	0,96	-0,29	0,95	1248,35	1685,27
176	10	56	-16	-0,28	0,96	-0,28	0,95	1254,75	1693,91
180	11	0	-15	-0,26	0,97	-0,26	0,96	1260,77	1702,04
184	11	4	-14	-0,24	0,97	-0,24	0,96	1266,41	1709,65
188	11	8	-13	-0,23	0,97	-0,23	0,96	1271,67	1716,75
192	11	12	-12	-0,21	0,98	-0,21	0,97	1276,54	1723,34
196	11	16	-11	-0,19	0,98	-0,19	0,97	1281,04	1729,40
200	11	20	-10	-0,17	0,98	-0,17	0,97	1285,14	1734,94

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
204	11	24	-9	-0,16	0,99	-0,16	0,98	1288,86	1739,96
208	11	28	-8	-0,14	0,99	-0,14	0,98	1292,19	1744,46
212	11	32	-7	-0,12	0,99	-0,12	0,98	1295,13	1748,43
216	11	36	-6	-0,10	0,99	-0,10	0,98	1297,68	1751,87
220	11	40	-5	-0,09	1,00	-0,09	0,98	1299,84	1754,79
224	11	44	-4	-0,07	1,00	-0,07	0,99	1301,61	1757,17
228	11	48	-3	-0,05	1,00	-0,05	0,99	1302,99	1759,03
232	11	52	-2	-0,03	1,00	-0,03	0,99	1303,97	1760,36
236	11	56	-1	-0,02	1,00	-0,02	0,99	1304,56	1761,15
240	12	0	0	0,00	1,00	0,00	0,99	1304,76	1761,42
244	12	4	1	0,02	1,00	0,02	0,99	1304,56	1761,15
248	12	8	2	0,03	1,00	0,03	0,99	1303,97	1760,36
252	12	12	3	0,05	1,00	0,05	0,99	1302,99	1759,03
256	12	16	4	0,07	1,00	0,07	0,99	1301,61	1757,17
260	12	20	5	0,09	1,00	0,09	0,98	1299,84	1754,79
264	12	24	6	0,10	0,99	0,10	0,98	1297,68	1751,87
268	12	28	7	0,12	0,99	0,12	0,98	1295,13	1748,43
272	12	32	8	0,14	0,99	0,14	0,98	1292,19	1744,46
276	12	36	9	0,16	0,99	0,16	0,98	1288,86	1739,96
280	12	40	10	0,17	0,98	0,17	0,97	1285,14	1734,94
284	12	44	11	0,19	0,98	0,19	0,97	1281,04	1729,40
288	12	48	12	0,21	0,98	0,21	0,97	1276,54	1723,34
292	12	52	13	0,23	0,97	0,23	0,96	1271,67	1716,75
296	12	56	14	0,24	0,97	0,24	0,96	1266,41	1709,65
300	13	0	15	0,26	0,97	0,26	0,96	1260,77	1702,04
304	13	4	16	0,28	0,96	0,28	0,95	1254,75	1693,91
308	13	8	17	0,30	0,96	0,29	0,95	1248,35	1685,27
312	13	12	18	0,31	0,95	0,31	0,94	1241,57	1676,12
316	13	16	19	0,33	0,95	0,33	0,94	1234,42	1666,47
320	13	20	20	0,35	0,94	0,34	0,93	1226,90	1656,32
324	13	24	21	0,37	0,93	0,36	0,92	1219,01	1645,67
328	13	28	22	0,38	0,93	0,37	0,92	1210,75	1634,52
332	13	32	23	0,40	0,92	0,39	0,91	1202,13	1622,88
336	13	36	24	0,42	0,91	0,41	0,90	1193,15	1610,75
340	13	40	25	0,44	0,91	0,42	0,90	1183,80	1598,14

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
344	13	44	26	0,45	0,90	0,44	0,89	1174,10	1585,04
348	13	48	27	0,47	0,89	0,45	0,88	1164,05	1571,47
352	13	52	28	0,49	0,88	0,47	0,87	1153,65	1557,43
356	13	56	29	0,51	0,87	0,48	0,87	1142,90	1542,91
360	14	0	30	0,52	0,87	0,50	0,86	1131,80	1527,93
364	14	4	31	0,54	0,86	0,52	0,85	1120,37	1512,50
368	14	8	32	0,56	0,85	0,53	0,84	1108,60	1496,60
372	14	12	33	0,58	0,84	0,54	0,83	1096,49	1480,26
376	14	16	34	0,59	0,83	0,56	0,82	1084,06	1463,48
380	14	20	35	0,61	0,82	0,57	0,81	1071,29	1446,25
384	14	24	36	0,63	0,81	0,59	0,80	1058,21	1428,59
388	14	28	37	0,65	0,80	0,60	0,79	1044,81	1410,49
392	14	32	38	0,66	0,79	0,62	0,78	1031,09	1391,98
396	14	36	39	0,68	0,78	0,63	0,77	1017,07	1373,04
400	14	40	40	0,70	0,77	0,64	0,76	1002,74	1353,70
404	14	44	41	0,72	0,75	0,66	0,75	988,11	1333,94
408	14	48	42	0,73	0,74	0,67	0,74	973,18	1313,79
412	14	52	43	0,75	0,73	0,68	0,73	957,96	1293,24
416	14	56	44	0,77	0,72	0,69	0,71	942,45	1272,31
420	15	0	45	0,79	0,71	0,71	0,70	926,66	1250,99
424	15	4	46	0,80	0,69	0,72	0,69	910,59	1229,30
428	15	8	47	0,82	0,68	0,73	0,68	894,25	1207,23
432	15	12	48	0,84	0,67	0,74	0,66	877,64	1184,81
436	15	16	49	0,86	0,66	0,75	0,65	860,76	1162,03
440	15	20	50	0,87	0,64	0,77	0,64	843,63	1138,91
444	15	24	51	0,89	0,63	0,78	0,63	826,25	1115,44
448	15	28	52	0,91	0,62	0,79	0,61	808,62	1091,64
452	15	32	53	0,93	0,60	0,80	0,60	790,75	1067,51
456	15	36	54	0,94	0,59	0,81	0,59	772,64	1043,06
460	15	40	55	0,96	0,57	0,82	0,57	754,30	1018,30
464	15	44	56	0,98	0,56	0,83	0,56	735,73	993,24
468	15	48	57	1,00	0,54	0,84	0,54	716,94	967,87
472	15	52	58	1,01	0,53	0,85	0,53	697,94	942,22
476	15	56	59	1,03	0,51	0,86	0,51	678,74	916,29
480	16	0	60	1,05	0,50	0,87	0,50	659,33	890,09
484	16	4	61	1,07	0,48	0,87	0,48	639,72	863,62
488	16	8	62	1,08	0,47	0,88	0,47	619,92	836,89
492	16	12	63	1,10	0,45	0,89	0,45	599,94	809,92
496	16	16	64	1,12	0,44	0,90	0,44	579,78	782,70
500	16	20	65	1,13	0,42	0,91	0,42	559,45	755,25
504	16	24	66	1,15	0,41	0,91	0,41	538,95	727,58
508	16	28	67	1,17	0,39	0,92	0,39	518,29	699,69
512	16	32	68	1,19	0,37	0,93	0,38	497,48	671,60
516	16	36	69	1,20	0,36	0,93	0,36	476,52	643,30

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
520	16	40	70	1,22	0,34	0,94	0,35	455,42	614,82
524	16	44	71	1,24	0,33	0,95	0,33	434,19	586,15
528	16	48	72	1,26	0,31	0,95	0,31	412,82	557,31
532	16	52	73	1,27	0,29	0,96	0,30	391,34	528,31
536	16	56	74	1,29	0,28	0,96	0,28	369,74	499,15
540	17	0	75	1,31	0,26	0,97	0,26	348,04	469,85
RATE POWER									**1368,54**

2.3.4.1.3 Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya Pada Hari Ketiga

Rute pada hari kedua ditempuh dari Kulgera menuju ke Glendambo dengan jarak tempuh sejauh 790 km. Berdasarkan rumusan perhitungan yang telah dibahas sebelumya makan daya yang dihasilkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai pukul 17.00 dapat dihitung sesuai dengan tabel perhitungan dibawah ini.

Tabel 2.7 Tabel perhitungan daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai 17.00 pada hari ketiga

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sinw	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
0	8	0	-60	-1,05	0,50	-0,87	0,50	656,48	886,25
4	8	4	-59	-1,03	0,51	-0,86	0,51	675,68	912,16
8	8	8	-58	-1,01	0,53	-0,85	0,53	694,67	937,80
12	8	12	-57	-1,00	0,54	-0,84	0,54	713,45	963,16
16	8	16	-56	-0,98	0,56	-0,83	0,55	732,03	988,24
20	8	20	-55	-0,96	0,57	-0,82	0,57	750,39	1013,02
24	8	24	-54	-0,94	0,59	-0,81	0,58	768,52	1037,51
28	8	28	-53	-0,93	0,60	-0,80	0,60	786,43	1061,68
32	8	32	-52	-0,91	0,62	-0,79	0,61	804,10	1085,54
36	8	36	-51	-0,89	0,63	-0,78	0,62	821,54	1109,07
40	8	40	-50	-0,87	0,64	-0,77	0,64	838,72	1132,28
44	8	44	-49	-0,86	0,66	-0,75	0,65	855,66	1155,14
48	8	48	-48	-0,84	0,67	-0,74	0,66	872,35	1177,67
52	8	52	-47	-0,82	0,68	-0,73	0,67	888,77	1199,84
56	8	56	-46	-0,80	0,69	-0,72	0,69	904,93	1221,65
60	9	0	-45	-0,79	0,71	-0,71	0,70	920,82	1243,10
64	9	4	-44	-0,77	0,72	-0,69	0,71	936,43	1264,18
68	9	8	-43	-0,75	0,73	-0,68	0,72	951,77	1284,88
72	9	12	-42	-0,73	0,74	-0,67	0,73	966,82	1305,20
76	9	16	-41	-0,72	0,75	-0,66	0,74	981,58	1325,13
80	9	20	-40	-0,70	0,77	-0,64	0,75	996,04	1344,66
84	9	24	-39	-0,68	0,78	-0,63	0,77	1010,21	1363,79

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sinw	cos teta	G (Watt/m^2)	Power Solar Array (Watt)
88	9	28	-38	-0,66	0,79	-0,62	0,78	1024,08	1382,51
92	9	32	-37	-0,65	0,80	-0,60	0,79	1037,64	1400,82
96	9	36	-36	-0,63	0,81	-0,59	0,80	1050,90	1418,71
100	9	40	-35	-0,61	0,82	-0,57	0,81	1063,83	1436,17
104	9	44	-34	-0,59	0,83	-0,56	0,82	1076,45	1453,21
108	9	48	-33	-0,58	0,84	-0,54	0,82	1088,75	1469,81
112	9	52	-32	-0,56	0,85	-0,53	0,83	1100,72	1485,97
116	9	56	-31	-0,54	0,86	-0,52	0,84	1112,36	1501,68
120	10	0	-30	-0,52	0,87	-0,50	0,85	1123,66	1516,94
124	10	4	-29	-0,51	0,87	-0,48	0,86	1134,63	1531,75
128	10	8	-28	-0,49	0,88	-0,47	0,87	1145,26	1546,10
132	10	12	-27	-0,47	0,89	-0,45	0,88	1155,55	1559,99
136	10	16	-26	-0,45	0,90	-0,44	0,88	1165,49	1573,41
140	10	20	-25	-0,44	0,91	-0,42	0,89	1175,08	1586,36
144	10	24	-24	-0,42	0,91	-0,41	0,90	1184,32	1598,83
148	10	28	-23	-0,40	0,92	-0,39	0,90	1193,20	1610,82
152	10	32	-22	-0,38	0,93	-0,37	0,91	1201,73	1622,33
156	10	36	-21	-0,37	0,93	-0,36	0,92	1209,89	1633,35
160	10	40	-20	-0,35	0,94	-0,34	0,92	1217,69	1643,89
164	10	44	-19	-0,33	0,95	-0,33	0,93	1225,13	1653,93
168	10	48	-18	-0,31	0,95	-0,31	0,93	1232,20	1663,47
172	10	52	-17	-0,30	0,96	-0,29	0,94	1238,90	1672,51
176	10	56	-16	-0,28	0,96	-0,28	0,94	1245,23	1681,06
180	11	0	-15	-0,26	0,97	-0,26	0,95	1251,18	1689,09
184	11	4	-14	-0,24	0,97	-0,24	0,95	1256,76	1696,62
188	11	8	-13	-0,23	0,97	-0,23	0,96	1261,96	1703,64
192	11	12	-12	-0,21	0,98	-0,21	0,96	1266,78	1710,15
196	11	16	-11	-0,19	0,98	-0,19	0,96	1271,22	1716,15
200	11	20	-10	-0,17	0,98	-0,17	0,97	1275,28	1721,63
204	11	24	-9	-0,16	0,99	-0,16	0,97	1278,96	1726,59
208	11	28	-8	-0,14	0,99	-0,14	0,97	1282,25	1731,04
212	11	32	-7	-0,12	0,99	-0,12	0,97	1285,16	1734,97
216	11	36	-6	-0,10	0,99	-0,10	0,98	1287,68	1738,37
220	11	40	-5	-0,09	1,00	-0,09	0,98	1289,82	1741,25
224	11	44	-4	-0,07	1,00	-0,07	0,98	1291,57	1743,61
228	11	48	-3	-0,05	1,00	-0,05	0,98	1292,93	1745,45
232	11	52	-2	-0,03	1,00	-0,03	0,98	1293,90	1746,76
236	11	56	-1	-0,02	1,00	-0,02	0,98	1294,48	1747,55
240	12	0	0	0,00	1,00	0,00	0,98	1294,67	1747,81
244	12	4	1	0,02	1,00	0,02	0,98	1294,48	1747,55

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sinw	cos teta	G (Watt/m^2)	Power Solar Array (Watt)
248	12	8	2	0,03	1,00	0,03	0,98	1293,90	1746,76
252	12	12	3	0,05	1,00	0,05	0,98	1292,93	1745,45
256	12	16	4	0,07	1,00	0,07	0,98	1291,57	1743,61
260	12	20	5	0,09	1,00	0,09	0,98	1289,82	1741,25
264	12	24	6	0,10	0,99	0,10	0,98	1287,68	1738,37
268	12	28	7	0,12	0,99	0,12	0,97	1285,16	1734,97
272	12	32	8	0,14	0,99	0,14	0,97	1282,25	1731,04
276	12	36	9	0,16	0,99	0,16	0,97	1278,96	1726,59
280	12	40	10	0,17	0,98	0,17	0,97	1275,28	1721,63
284	12	44	11	0,19	0,98	0,19	0,96	1271,22	1716,15
288	12	48	12	0,21	0,98	0,21	0,96	1266,78	1710,15
292	12	52	13	0,23	0,97	0,23	0,96	1261,96	1703,64
296	12	56	14	0,24	0,97	0,24	0,95	1256,76	1696,62
300	13	0	15	0,26	0,97	0,26	0,95	1251,18	1689,09
304	13	4	16	0,28	0,96	0,28	0,94	1245,23	1681,06
308	13	8	17	0,30	0,96	0,29	0,94	1238,90	1672,51
312	13	12	18	0,31	0,95	0,31	0,93	1232,20	1663,47
316	13	16	19	0,33	0,95	0,33	0,93	1225,13	1653,93
320	13	20	20	0,35	0,94	0,34	0,92	1217,69	1643,89
324	13	24	21	0,37	0,93	0,36	0,92	1209,89	1633,35
328	13	28	22	0,38	0,93	0,37	0,91	1201,73	1622,33
332	13	32	23	0,40	0,92	0,39	0,90	1193,20	1610,82
336	13	36	24	0,42	0,91	0,41	0,90	1184,32	1598,83
340	13	40	25	0,44	0,91	0,42	0,89	1175,08	1586,36
344	13	44	26	0,45	0,90	0,44	0,88	1165,49	1573,41
348	13	48	27	0,47	0,89	0,45	0,88	1155,55	1559,99
352	13	52	28	0,49	0,88	0,47	0,87	1145,26	1546,10
356	13	56	29	0,51	0,87	0,48	0,86	1134,63	1531,75
360	14	0	30	0,52	0,87	0,50	0,85	1123,66	1516,94
364	14	4	31	0,54	0,86	0,52	0,84	1112,36	1501,68
368	14	8	32	0,56	0,85	0,53	0,83	1100,72	1485,97
372	14	12	33	0,58	0,84	0,54	0,82	1088,75	1469,81
376	14	16	34	0,59	0,83	0,56	0,82	1076,45	1453,21
380	14	20	35	0,61	0,82	0,57	0,81	1063,83	1436,17
384	14	24	36	0,63	0,81	0,59	0,80	1050,90	1418,71
388	14	28	37	0,65	0,80	0,60	0,79	1037,64	1400,82
392	14	32	38	0,66	0,79	0,62	0,78	1024,08	1382,51
396	14	36	39	0,68	0,78	0,63	0,77	1010,21	1363,79
400	14	40	40	0,70	0,77	0,64	0,75	996,04	1344,66
404	14	44	41	0,72	0,75	0,66	0,74	981,58	1325,13

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sinw	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
408	14	48	42	0,73	0,74	0,67	0,73	966,82	1305,20
412	14	52	43	0,75	0,73	0,68	0,72	951,77	1284,88
416	14	56	44	0,77	0,72	0,69	0,71	936,43	1264,18
420	15	0	45	0,79	0,71	0,71	0,70	920,82	1243,10
424	15	4	46	0,80	0,69	0,72	0,69	904,93	1221,65
428	15	8	47	0,82	0,68	0,73	0,67	888,77	1199,84
432	15	12	48	0,84	0,67	0,74	0,66	872,35	1177,67
436	15	16	49	0,86	0,66	0,75	0,65	855,66	1155,14
440	15	20	50	0,87	0,64	0,77	0,64	838,72	1132,28
444	15	24	51	0,89	0,63	0,78	0,62	821,54	1109,07
448	15	28	52	0,91	0,62	0,79	0,61	804,10	1085,54
452	15	32	53	0,93	0,60	0,80	0,60	786,43	1061,68
456	15	36	54	0,94	0,59	0,81	0,58	768,52	1037,51
460	15	40	55	0,96	0,57	0,82	0,57	750,39	1013,02
464	15	44	56	0,98	0,56	0,83	0,55	732,03	988,24
468	15	48	57	1,00	0,54	0,84	0,54	713,45	963,16
472	15	52	58	1,01	0,53	0,85	0,53	694,67	937,80
476	15	56	59	1,03	0,51	0,86	0,51	675,68	912,16
480	16	0	60	1,05	0,50	0,87	0,50	656,48	886,25
484	16	4	61	1,07	0,48	0,87	0,48	637,10	860,08
488	16	8	62	1,08	0,47	0,88	0,47	617,52	833,65
492	16	12	63	1,10	0,45	0,89	0,45	597,76	806,98
496	16	16	64	1,12	0,44	0,90	0,44	577,83	780,07
500	16	20	65	1,13	0,42	0,91	0,42	557,72	752,93
504	16	24	66	1,15	0,41	0,91	0,41	537,46	725,56
508	16	28	67	1,17	0,39	0,92	0,39	517,03	697,99
512	16	32	68	1,19	0,37	0,93	0,38	496,45	670,21
516	16	36	69	1,20	0,36	0,93	0,36	475,73	642,23
520	16	40	70	1,22	0,34	0,94	0,34	454,86	614,07
524	16	44	71	1,24	0,33	0,95	0,33	433,87	585,72
528	16	48	72	1,26	0,31	0,95	0,31	412,75	557,21
532	16	52	73	1,27	0,29	0,96	0,30	391,50	528,53
536	16	56	74	1,29	0,28	0,96	0,28	370,15	499,70
540	17	0	75	1,31	0,26	0,97	0,26	348,68	470,72
RATE POWER									**1359,341348**

2.3.4.1.4 Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya Pada Hari keempat

Rute pada hari kedua ditempuh dari Glendambo menuju ke Adelaide dengan jarak tempuh sejauh 456 km. Berdasarkan rumusan perhitungan yang telah dibahas sebelumya

makan daya yang dihasilkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai pukul 17.00 dapat dihitung sesuai dengan tabel perhitungan dibawah ini.

Tabel 2.8 Tabel perhitungan daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08.00 sampai 17.00 pada hari keempat

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
0	8	0	-60	-1,05	0,50	-0,87	0,50	653,44	98,02
4	8	4	-59	-1,03	0,51	-0,86	0,51	672,47	100,87
8	8	8	-58	-1,01	0,53	-0,85	0,52	691,30	103,70
12	8	12	-57	-1,00	0,54	-0,84	0,54	709,94	106,49
16	8	16	-56	-0,98	0,56	-0,83	0,55	728,36	109,25
20	8	20	-55	-0,96	0,57	-0,82	0,57	746,56	111,98
24	8	24	-54	-0,94	0,59	-0,81	0,58	764,55	114,68
28	8	28	-53	-0,93	0,60	-0,80	0,59	782,30	117,35
32	8	32	-52	-0,91	0,62	-0,79	0,61	799,83	119,97
36	8	36	-51	-0,89	0,63	-0,78	0,62	817,12	122,57
40	8	40	-50	-0,87	0,64	-0,77	0,63	834,17	125,12
44	8	44	-49	-0,86	0,66	-0,75	0,64	850,96	127,64
48	8	48	-48	-0,84	0,67	-0,74	0,66	867,51	130,13
52	8	52	-47	-0,82	0,68	-0,73	0,67	883,80	132,57
56	8	56	-46	-0,80	0,69	-0,72	0,68	899,82	134,97
60	9	0	-45	-0,79	0,71	-0,71	0,69	915,58	137,34
64	9	4	-44	-0,77	0,72	-0,69	0,71	931,06	139,66
68	9	8	-43	-0,75	0,73	-0,68	0,72	946,27	141,94
72	9	12	-42	-0,73	0,74	-0,67	0,73	961,20	144,18
76	9	16	-41	-0,72	0,75	-0,66	0,74	975,83	146,38
80	9	20	-40	-0,70	0,77	-0,64	0,75	990,18	148,53
84	9	24	-39	-0,68	0,78	-0,63	0,76	1004,23	150,64
88	9	28	-38	-0,66	0,79	-0,62	0,77	1017,99	152,70
92	9	32	-37	-0,65	0,80	-0,60	0,78	1031,44	154,72
96	9	36	-36	-0,63	0,81	-0,59	0,79	1044,58	156,69
100	9	40	-35	-0,61	0,82	-0,57	0,80	1057,41	158,61
104	9	44	-34	-0,59	0,83	-0,56	0,81	1069,92	160,49
108	9	48	-33	-0,58	0,84	-0,54	0,82	1082,11	162,32
112	9	52	-32	-0,56	0,85	-0,53	0,83	1093,98	164,10
116	9	56	-31	-0,54	0,86	-0,52	0,84	1105,53	165,83
120	10	0	-30	-0,52	0,87	-0,50	0,85	1116,74	167,51
124	10	4	-29	-0,51	0,87	-0,48	0,85	1127,62	169,14
128	10	8	-28	-0,49	0,88	-0,47	0,86	1138,16	170,72
132	10	12	-27	-0,47	0,89	-0,45	0,87	1148,36	172,25
136	10	16	-26	-0,45	0,90	-0,44	0,88	1158,22	173,73
140	10	20	-25	-0,44	0,91	-0,42	0,88	1167,73	175,16
144	10	24	-24	-0,42	0,91	-0,41	0,89	1176,89	176,53
148	10	28	-23	-0,40	0,92	-0,39	0,90	1185,70	177,86
152	10	32	-22	-0,38	0,93	-0,37	0,90	1194,16	179,12

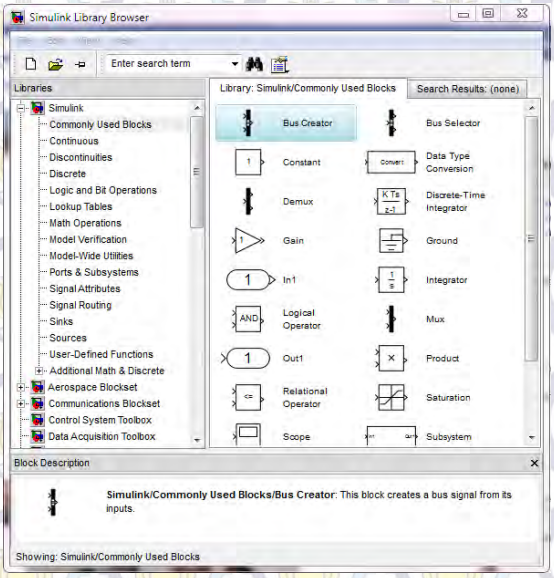
Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
156	10	36	-21	-0,37	0,93	-0,36	0,91	1202,26	180,34
160	10	40	-20	-0,35	0,94	-0,34	0,92	1209,99	181,50
164	10	44	-19	-0,33	0,95	-0,33	0,92	1217,37	182,61
168	10	48	-18	-0,31	0,95	-0,31	0,93	1224,38	183,66
172	10	52	-17	-0,30	0,96	-0,29	0,93	1231,02	184,65
176	10	56	-16	-0,28	0,96	-0,28	0,94	1237,30	185,59
180	11	0	-15	-0,26	0,97	-0,26	0,94	1243,20	186,48
184	11	4	-14	-0,24	0,97	-0,24	0,95	1248,73	187,31
188	11	8	-13	-0,23	0,97	-0,23	0,95	1253,89	188,08
192	11	12	-12	-0,21	0,98	-0,21	0,95	1258,67	188,80
196	11	16	-11	-0,19	0,98	-0,19	0,96	1263,08	189,46
200	11	20	-10	-0,17	0,98	-0,17	0,96	1267,10	190,07
204	11	24	-9	-0,16	0,99	-0,16	0,96	1270,75	190,61
208	11	28	-8	-0,14	0,99	-0,14	0,97	1274,02	191,10
212	11	32	-7	-0,12	0,99	-0,12	0,97	1276,90	191,53
216	11	36	-6	-0,10	0,99	-0,10	0,97	1279,40	191,91
220	11	40	-5	-0,09	1,00	-0,09	0,97	1281,52	192,23
224	11	44	-4	-0,07	1,00	-0,07	0,97	1283,25	192,49
228	11	48	-3	-0,05	1,00	-0,05	0,97	1284,60	192,69
232	11	52	-2	-0,03	1,00	-0,03	0,97	1285,56	192,83
236	11	56	-1	-0,02	1,00	-0,02	0,97	1286,14	192,92
240	12	0	0	0,00	1,00	0,00	0,97	1286,34	192,95
244	12	4	1	0,02	1,00	0,02	0,97	1286,14	192,92
248	12	8	2	0,03	1,00	0,03	0,97	1285,56	192,83
252	12	12	3	0,05	1,00	0,05	0,97	1284,60	192,69
256	12	16	4	0,07	1,00	0,07	0,97	1283,25	192,49
260	12	20	5	0,09	1,00	0,09	0,97	1281,52	192,23
264	12	24	6	0,10	0,99	0,10	0,97	1279,40	191,91
268	12	28	7	0,12	0,99	0,12	0,97	1276,90	191,53
272	12	32	8	0,14	0,99	0,14	0,97	1274,02	191,10
276	12	36	9	0,16	0,99	0,16	0,96	1270,75	190,61
280	12	40	10	0,17	0,98	0,17	0,96	1267,10	190,07
284	12	44	11	0,19	0,98	0,19	0,96	1263,08	189,46
288	12	48	12	0,21	0,98	0,21	0,95	1258,67	188,80
292	12	52	13	0,23	0,97	0,23	0,95	1253,89	188,08
296	12	56	14	0,24	0,97	0,24	0,95	1248,73	187,31
300	13	0	15	0,26	0,97	0,26	0,94	1243,20	186,48
304	13	4	16	0,28	0,96	0,28	0,94	1237,30	185,59
308	13	8	17	0,30	0,96	0,29	0,93	1231,02	184,65
312	13	12	18	0,31	0,95	0,31	0,93	1224,38	183,66
316	13	16	19	0,33	0,95	0,33	0,92	1217,37	182,61
320	13	20	20	0,35	0,94	0,34	0,92	1209,99	181,50

Minute	Time		w	w rad	Cos w	sin w	cos teta	G (Watt/m²)	Power Solar Array (Watt)
324	13	24	21	0,37	0,93	0,36	0,91	1202,26	180,34
328	13	28	22	0,38	0,93	0,37	0,90	1194,16	179,12
332	13	32	23	0,40	0,92	0,39	0,90	1185,70	177,86
336	13	36	24	0,42	0,91	0,41	0,89	1176,89	176,53
340	13	40	25	0,44	0,91	0,42	0,88	1167,73	175,16
344	13	44	26	0,45	0,90	0,44	0,88	1158,22	173,73
348	13	48	27	0,47	0,89	0,45	0,87	1148,36	172,25
352	13	52	28	0,49	0,88	0,47	0,86	1138,16	170,72
356	13	56	29	0,51	0,87	0,48	0,85	1127,62	169,14
360	14	0	30	0,52	0,87	0,50	0,85	1116,74	167,51
364	14	4	31	0,54	0,86	0,52	0,84	1105,53	165,83
368	14	8	32	0,56	0,85	0,53	0,83	1093,98	164,10
372	14	12	33	0,58	0,84	0,54	0,82	1082,11	162,32
376	14	16	34	0,59	0,83	0,56	0,81	1069,92	160,49

2.3.5 MATLAB/Simulink

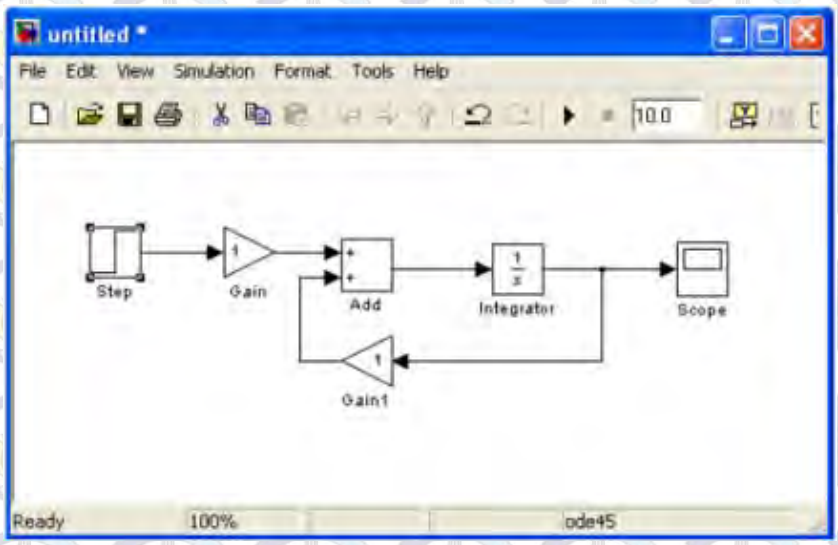
Simulink merupakan bagian tambahan dari *software* MATLAB (Mathworks Inc.). Simulink dapat digunakan sebagai sarana pemodelan, simulasi dan analisis dari sistem dinamik dengan menggunakan antar muka grafis (GUI). Simulink terdiri dari beberapa kumpulan toolbox yang dapat digunakan untuk analisis sistem linier dan non-linier. Beberapa *library* yang sering digunakan dalam sistem kontrol antara lain *math*, *sinks*, dan *sources*.

Simulink pada matlab dibuka dengan *library browser*. *Library browser* digunakan untuk membuat model blok simulasi. Pada Simulink matlab antara lain berisi *Continuous Elements*, *Discontinuous Elements*, *Math Operations*, *Signal Routing*, *Sink Models*, dan *Signal Routing*.



Gambar 2.25 *Library Browser*

Membuat model pada simulink matlab dilakukan dengan cara membuat model baru pada *library browser*. Kemudian memasang blok-blok yang diinginkan dan menyambungkanya dengan konektor. Contoh sederhana dari blok diagram dapat dilihat sebagai berikut:



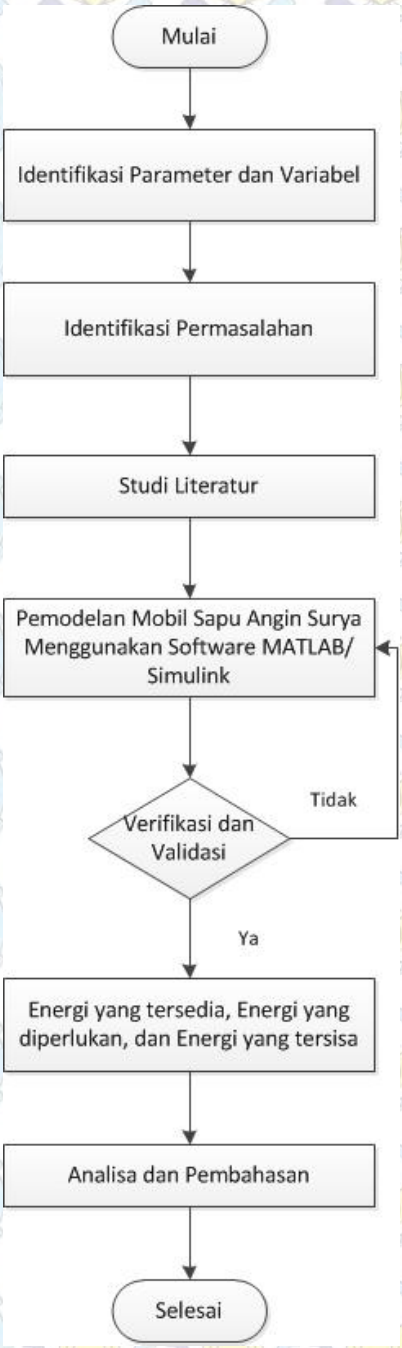
Gambar 2.26 Contoh Blok Simulink

Setelah membuat blok, langkah selanjutnya adalah dengan mengedit properties dari masing-masing blok. Setelah itu dilakukan *configuration parameters* untuk mengatur simulasi yang sesuai model. Langkah terakhir adalah dengan menjalankan simulasi sehingga akan didapatkan hasil yang di inginkan.

BAB III
METODOLOGI

3.1 Metodologi Penelitian

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, disusunlah sejumlah tahapan yang merupakan langkah – langkah dalam mewujudkan tujuan. Tahapan tersebut dinyatakan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pemodelan dan Simulasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua

Metodologi pelaksanaan tugas akhir ini secara umum dapat dilihat pada diagram alir diatas, dimulai dari identifikasi parameter dan variabel yang terdapat pada Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua. Kemudian dilanjutkan dengan identifikasi permasalahan apa yang ada pada tugas akhir ini, setelah itu baru dilakukan studi literatur mengenai permasalahan-permasalahn yang dihadapi. Setelah mendapatkan studi literatur yang sesuai dengan permasalahan yaitu pemodelan dan simulasi untuk mengetahui konsumsi energi pada kendaraan bertenaga surya maka dilakukan pemodelan dan simulasi menggunakan *Software MATLAB/Simulink* untuk mendapatkan konsumsi energi dari Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua. Selanjutnya menganalisa hasil pemodelan dan simulasi yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam perlombaan *World Solar Challenge 2015* dalam pengaturan strategi perlombaan (race strategy).

3.2 Identifikasi Permasalahan dan Variabel

Identifikasi parameter dan variabel ini dilakukan untuk mengetahui data kendaraan sapu angin surya generasi kedua. Mulai dari spesifikasi, *driving cycle* dan daya yang tersedia untuk mobil sapu angin surya generasi kedua.

3.2.1 Data Sapu Angin Surya Generasi Kedua

Data mengenai Sapu Angin Surya Generasi Kedua didapatkan dari spesifikasi yang ditampilkan pada Tabel 3.1.

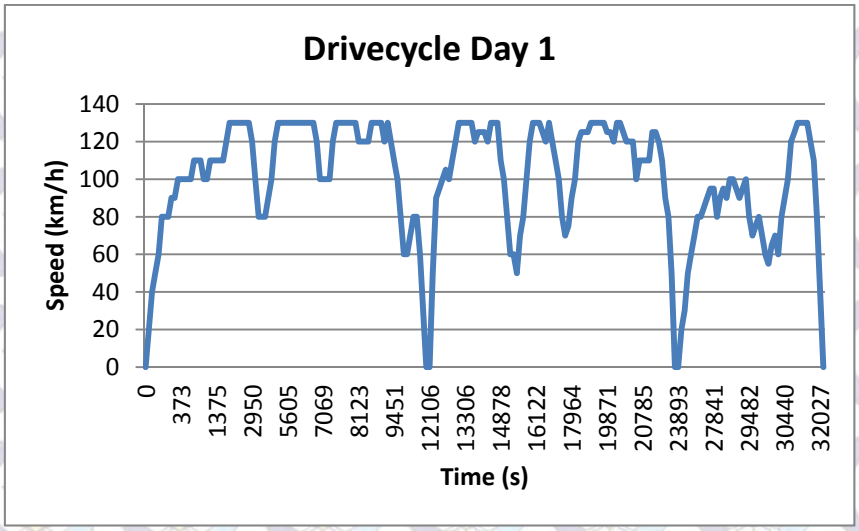
Tabel 3.1 Spesifikasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua

Frontal Area Of Car	1,16	m^2
Percent Grade	0	%
Total Mass	180	kg
Drivetrain efficiency	95	%
Tire rolling resistance coefficient	0,0027	
Brake and Steering Resistance	0,0001	
Drag Coefficient	0,07	
Air Density	1,22	kg/m^3
Wheel Radius	0,4064	m
Final Drive Ratio	1	
Fixed gear ratio	1	
Overall Gear Ratio	1	
Solar Cell Efficiency	22,5	%

3.2.2 Data *Driving Cycle*

3.2.2.1 Data Driving Cycle Pada Hari Pertama

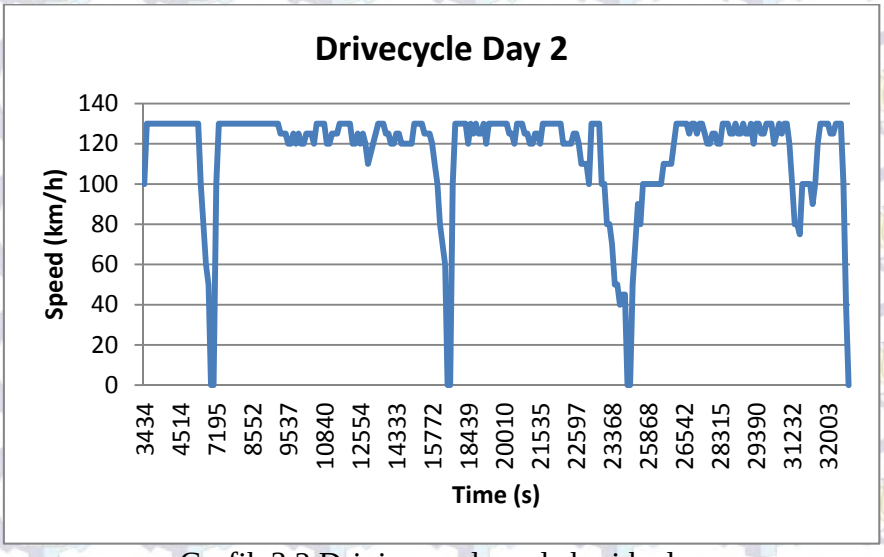
Driving cycle pada hari pertama ditunjukkan pada Grafik 3.1, rute yang ditempuh sejauh 796 km dari Darwin menuju ke Tennant Creek selama kurang lebih 32.000 detik. Pada hari pertama terdapat dua *control stop* yang harus dilalui. *Control stop* pertama berhasil dicapai pada detik ke 12000 yaitu sekitar pukul 11:20, sedangkan waktu buka *control stop* pertama yaitu pukul 11:10 dan waktu tutupnya pukul 13:50 sehingga *control stop* pertama berhasil didapatkan. *Control stop* kedua berhasil dicapai pada detik ke 23893 yaitu sekitar pukul 14:36, sedangkan waktu buka *control stop* kedua yaitu pukul 14:00 dan waktu tutupnya pukul 10:30 hari kedua sehingga *control stop* kedua berhasil didapatkan. Hari pertama waktu lomba diakhiri pukul 17:00 yaitu pada km ke 796 dan bermalam di daerah RENNER SPRINGS.



Grafik 3.1 *Driving cycle* pada hari pertama

3.2.2.2 Data Driving Cycle Pada Hari Kedua

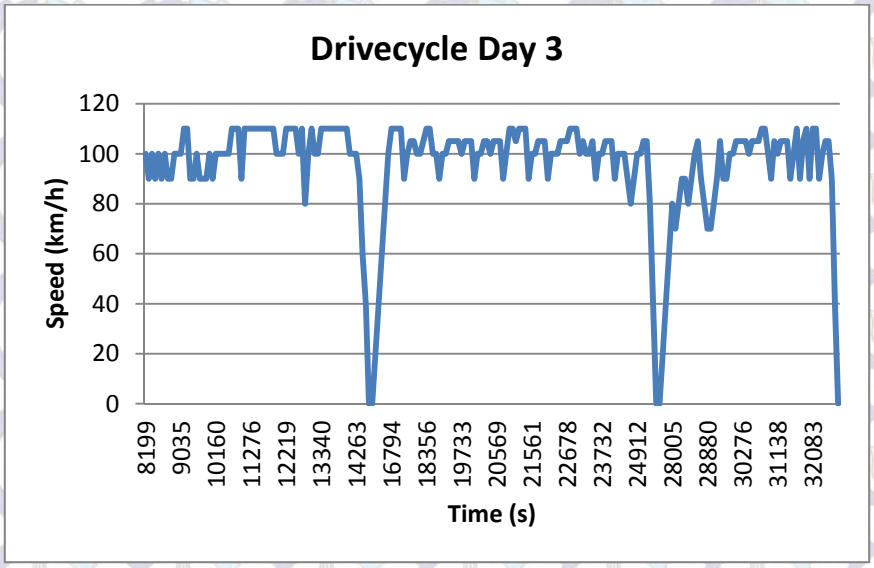
Driving cycle pada hari kedua ditunjukkan pada Grafik 3.2, rute yang ditempuh sejauh 970 km dari Tennant Creek menuju ke Kulgera selama kurang lebih 33.000 detik. Pada hari kedua terdapat empat *control stop* yang harus dilalui. *Control stop* pertama berhasil dicapai pada detik ke 7123 yaitu sekitar pukul 10:00, sedangkan waktu buka *control stop* pertama yaitu pukul 09:00 dan waktu tutupnya pukul 17:10 sehingga *control stop* pertama berhasil didapatkan. *Control stop* kedua berhasil dicapai pada detik ke 17989 yaitu sekitar pukul 13:00, sedangkan waktu buka *control stop* kedua yaitu pukul 12:30 dan waktu tutupnya pukul 13:40 hari ketiga sehingga *control stop* kedua berhasil didapatkan. *Control stop* ketiga berhasil dicapai pada detik ke 25455 yaitu sekitar pukul 15:00, sedangkan waktu buka *control stop* kedua yaitu pukul 15:00 dan waktu tutupnya pukul 08:20 hari ketiga sehingga *control stop* ketiga berhasil didapatkan. *Control stop* keempat berhasil dicapai pada detik ke 33000 yaitu sekitar pukul 17:00, sedangkan waktu buka *control stop* kedua yaitu pukul 09:00 hari ketiga dan waktu tutupnya pukul 13:30 hari keempat sehingga *control stop* keempat kita lewati untuk memaksimalkan waktu dihari ketiga. Hari kedua waktu lomba diakhiri pukul 17:00 yaitu pada km ke 1766 dan bermalam di daerah KULGERA.



Grafik 3.2 Driving cycle pada hari kedua

3.2.2.3 Data Driving Cycle Pada Hari Ketiga

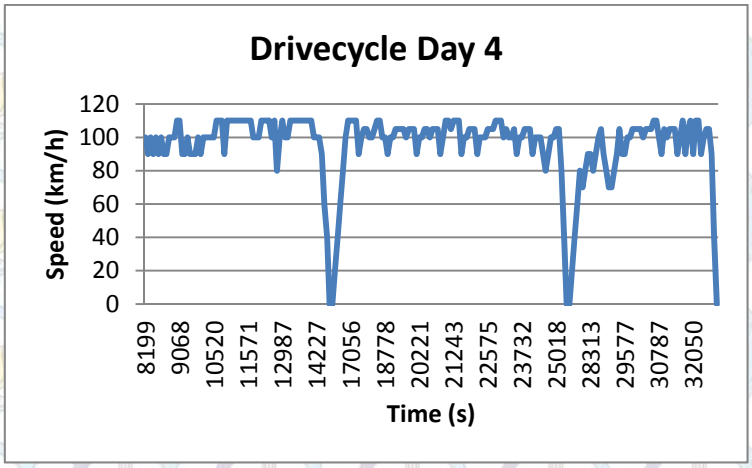
Driving cycle pada hari ketiga ditunjukkan pada Grafik 3.3, rute yang ditempuh sejauh 800 km dari Kulgera menuju ke Glendambo selama kurang lebih 32800 detik. Pada hari ketiga terdapat dua *control stop* yang harus dilalui. *Control stop* pertama berhasil dicapai pada detik ke 16273 yaitu sekitar pukul 13:30, sedangkan waktu buka *control stop* pertama yaitu pukul 13:00 dan waktu tutupnya pukul 11:20 hari kelima sehingga *control stop* pertama berhasil didapatkan. *Control stop* kedua berhasil dicapai pada detik ke 27270 yaitu sekitar pukul 15:30, sedangkan waktu buka *control stop* kedua yaitu pukul 09:20 dan waktu tutupnya pukul 16:00 hari kelima sehingga *control stop* kedua berhasil didapatkan. Hari ketiga waktu lomba diakhiri pukul 17:00 yaitu pada km ke 2566 dan bermalam di daerah GLENDAMBO.



Grafik 3.3 Driving cycle pada hari ketiga

3.2.2.4 Data Driving Cycle Pada Hari Keempat

Driving cycle pada hari keempat ditunjukkan pada Grafik 3.4, rute yang ditempuh sejauh 456 km dari Glendambo menuju ke Adelaide selama kurang lebih 22540 detik. Pada hari keempat terdapat dua *control stop* yang harus dilalui. *Control stop* pertama berhasil dicapai pada detik ke 7564 yaitu sekitar pukul 10:10, sedangkan waktu buka *control stop* pertama yaitu pukul 12:00 dan waktu tutupnya pukul 12:50 hari kelima sehingga *control stop* pertama tidak diambil untuk memaksimalkan waktu tempuh. *Control stop* kedua berhasil dicapai pada detik ke 19674 yaitu sekitar pukul 13:30, sedangkan waktu buka *control stop* kedua yaitu pukul 13:00 dan waktu tutupnya pukul 17:00 hari keempat sehingga *control stop* kedua berhasil didapatkan. Hari keempat berhasil mencapai garis finish di Adelaide pada pukul 14:30.

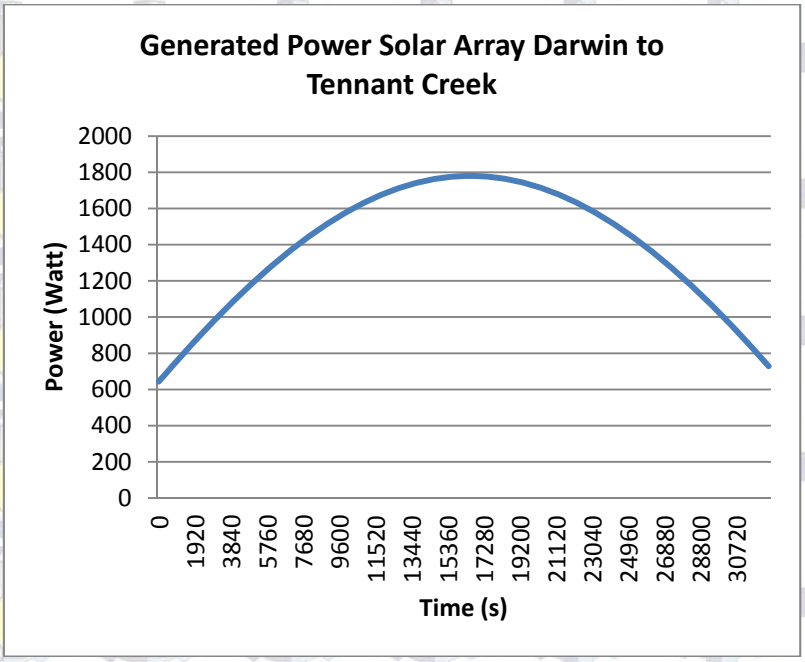


Grafik 3.4 Driving cycle pada hari keempat

3.2.3 Data Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya

3.2.3.1 Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya Pada Hari Pertama

Daya yang dibangkitkan oleh sel surya pada hari pertama ditunjukkan pada Grafik 3.5. Perhitungan ini dimulai pukul 08:00 sampai pukul 17:00. Perubahan daya bangkitan sel surya berubah setiap empat menit dikarenakan terjadi pergeseran sudut inklinasi dari matahari. Daya terbesar yang berhasil dibangkitkan oleh sel surya terjadi pada pukul 12:00, karena pada jam tersebut matahari tepat berada diatas posisi sel surya dan saling tegak lurus. Intensitas daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08:00 sampai pukul 12:00 cenderung naik, berharga maksimal pada pukul 12:00, dan cenderung menurun pada pukul 12:00 sampai 17:00. Daya maksimal yang berhasil dibangkitkan sebesar 1758 Watt. Selama hari pertama total daya yang dibangkitkan oleh sel surya sebesar 189271 Watt.

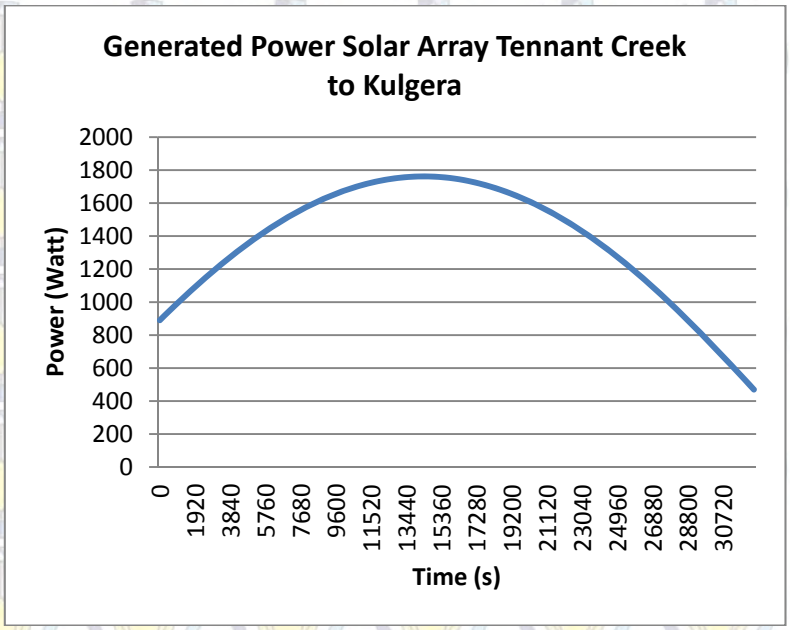


Grafik 3.5 Daya yang dibangkitkan oleh sel surya pada hari pertama

3.2.3.2 Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya Pada Hari Kedua

Daya yang dibangkitkan oleh sel surya pada hari kedua ditunjukkan pada Grafik 3.6. Perhitungan ini dimulai pukul 08:00 sampai pukul 17:00. Perubahan daya bangkitan sel surya

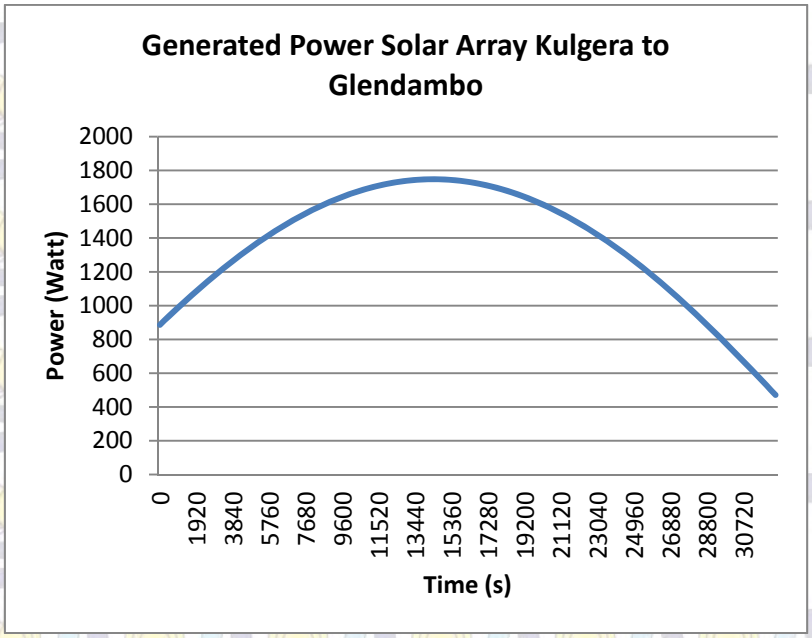
berubah setiap empat menit dikarenakan terjadi pergeseran sudut inklinasi dari matahari. Daya terbesar yang berhasil dibangkitkan oleh sel surya terjadi pada pukul 12:00, karena pada jam tersebut matahari tepat berada diatas posisi sel surya dan saling tegak lurus. Intensitas daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08:00 sampai pukul 12:00 cenderung naik, berharga maksimal pada pukul 12:00, dan cenderung menurun pada pukul 12:00 sampai 17:00. Daya maksimal yang berhasil dibangkitkan sebesar 1761 Watt. Selama hari kedua total daya yang dibangkitkan oleh sel surya sebesar 186122 Watt.



Grafik 3.6 Daya yang dibangkitkan oleh sel surya pada hari kedua

3.2.3.3 Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya Pada Hari Ketiga

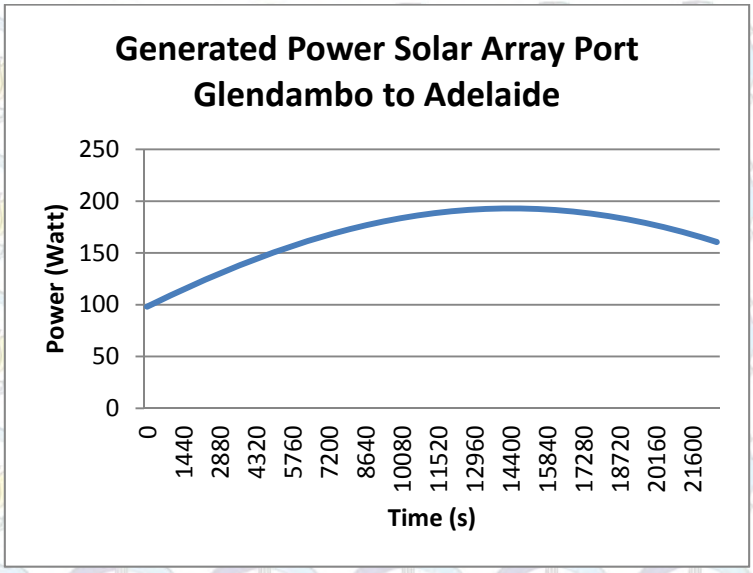
Daya yang dibangkitkan oleh sel surya pada hari ketiga ditunjukkan pada Grafik 3.7. Perhitungan ini dimulai pukul 08:00 sampai pukul 17:00. Perubahan daya bangkitan sel surya berubah setiap empat menit dikarenakan terjadi pergeseran sudut inklinasi dari matahari. Daya terbesar yang berhasil dibangkitkan oleh sel surya terjadi pada pukul 12:00, karena pada jam tersebut matahari tepat berada diatas posisi sel surya dan saling tegak lurus. Intensitas daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08:00 sampai pukul 12:00 cenderung naik, berharga maksimal pada pukul 12:00, dan cenderung menurun pada pukul 12:00 sampai 17:00. Daya maksimal yang berhasil dibangkitkan sebesar 1748 Watt. Selama hari ketiga total daya yang dibangkitkan oleh sel surya sebesar 184870 Watt.



Grafik 3.7 Daya yang dibangkitkan oleh sel surya pada hari ketiga

3.2.3.4 Daya yang Dibangkitkan Oleh Sel Surya Pada Hari Keempat

Daya yang dibangkitkan oleh sel surya pada hari keempat ditunjukkan pada Grafik 3.8. Perhitungan ini dimulai pukul 08:00 sampai pukul 14:30. Perubahan daya bangkitan sel surya berubah setiap empat menit dikarenakan terjadi pergeseran sudut inklinasi dari matahari. Daya terbesar yang berhasil dibangkitkan oleh sel surya terjadi pada pukul 12:00, karena pada jam tersebut matahari tepat berada diatas posisi sel surya dan saling tegak lurus. Intensitas daya yang dibangkitkan oleh sel surya dari pukul 08:00 sampai pukul 12:00 cenderung naik, berharga maksimal pada pukul 12:00, dan cenderung menurun pada pukul 12:00 sampai 14:30. Daya maksimal yang berhasil dibangkitkan sebesar 193 Watt. Selama hari keempat total daya yang dibangkitkan oleh sel surya sebesar 15923 Watt.



Grafik 3.8 Daya yang dibangkitkan oleh sel surya pada hari keempat

3.3 Identifikasi Permasalahan

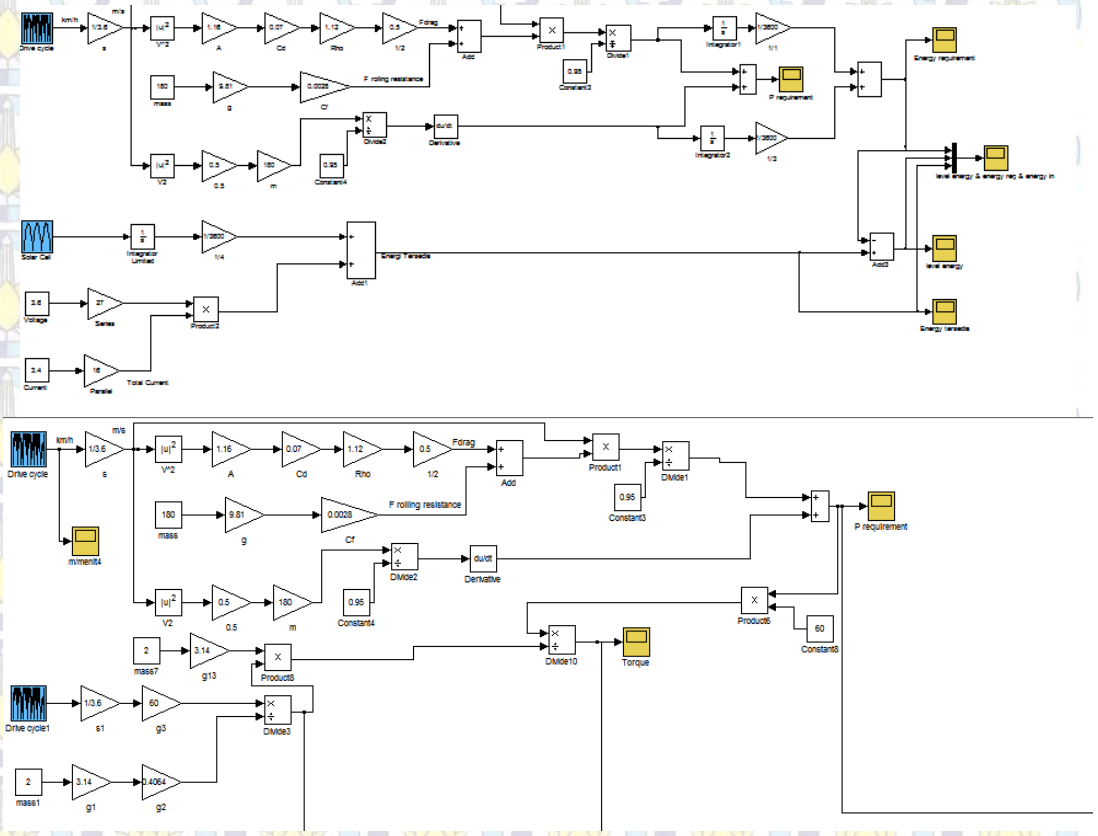
Pada tahap identifikasi masalah ini bagaimana mobil sapu angin surya bisa menempuh jarak sejauh 3.021 km dengan driving cycle yang sudah ditentukan dan dengan energi yang tersedia dari sel surya yang dapat diketahui. Selain mobil sapu angin surya bisa menempuh jarak sejauh 3.021 km, mobil sapu angin surya juga harus mencapai control stop pada waktu yang tepat, karena di masing-masing control stop memiliki waktu buka dan waktu tutup.

3.4 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi-refensi terkait topik sejenis dan bagaimana cara untuk memecahkan solusi permasalahannya. Studi literatur biasanya lebih dari satu sumber, dimana tiap-tiap sumber memiliki topik dan cara yang berbeda dalam membahasnya. Topik yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah pemodelan dan simulasi mobil bertenaga surya menggunakan *MATLAB/Simulink*. Referensi mengenai topik pemodelan dan simulasi kendaraan menggunakan *MATLAB/Simulink* sering kita jumpai, namun untuk topik pemodelan dan simulasi kendaraan bertenaga surya masih sedikit dibandingkan dengan pemodelan dan simulasi pada mobil listrik atau mobil konvensional.

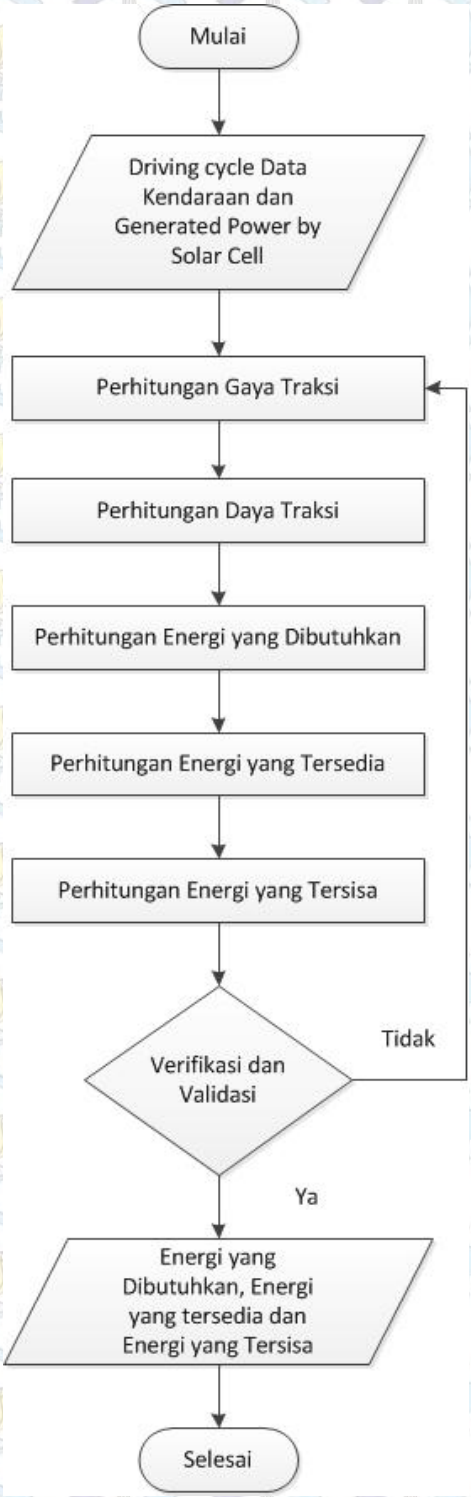
3.5 Pemodelan Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua Menggunakan *Software MATLAB/Simulink*

Pemodelan Mobil Sapu Angin Surya generasi kedua dapat dimodelkan menggunakan *software MATLAB/Simulink* sesuai dengan Gambar 3.2. Dari hasil pemodelan dapat diketahui gaya traksi kendaraan, daya yang dibutuhkan, torsi yang dibutuhkan, rpm yang dibutuhkan, energi yang dibutuhkan, energi yang tersisa, dan energi yang tersedia.



Gambar 3.2 Pemodelan mobil sapu angin surya generasi kedua menggunakan *Software MATLAB/Simulink*

Dalam memodelkan Mobil Sapu Angin Surya generasi kedua tentunya dilakukan perhitungan perhitungan dalam memperoleh keluaran beruba gaya traksi, daya, torsi dan energi. Untuk mendapatkan nilai dari keluaran – keluaran tersebut dilakukan perhitungan sesuai dengan diagram alir pada Gambar 3.3.



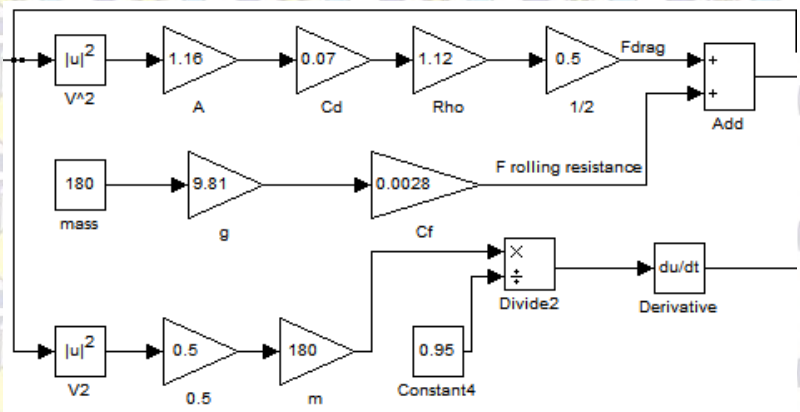
Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan

3.5.1 Perhitungan Gaya Traksi

Langkah pertama untuk membuat pemodelan dinamika Bus Trans Jakarta dengan interaksi pengemudi adalah membuat model gaya resistansi. Gaya resistansi atau gaya traksi yang terjadi pada kendaraan dapat dituliskan pada persamaan.

$$F_{traksi}=F_{drag}+F_{rr}+F_{grade}+F_{inertia} \quad \ldots(3.1)$$

$$F_{resistansi} = \frac{1}{2}\,\rho\, Cd\, A\, V(t)^2 + mg\,\sin\theta + mg\, Cf\,\cos\theta + m\, a(t) \quad \ldots(3.2)$$



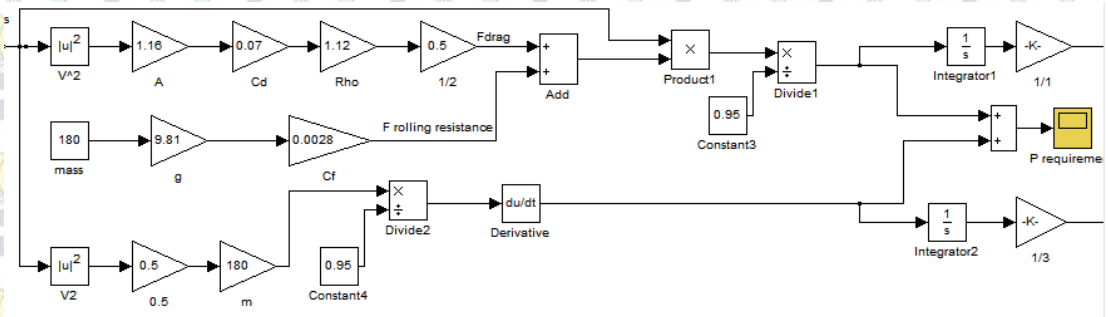
Gambar 3.4 Pemodelan gaya traksi kendaraan menggunakan *software MATLAB/Simulink*

Pada pemodelan ini jalan dianggap lurus dan tidak ada gradient tanjakan, maka nilai dari F_{grade} sama dengan nol. Pada persamaan diatas nilai dari F_{drag} dan $F_{inertia}$ ini merupakan fungsi dari kecepatan kendaraan, maka nilai dari F_{drag} dan $F_{inertia}$ akan berubah berdasarkan nilai dari *driving cycle*. Pada nilai $F_{inertia}$ ini besar nilai percepatan kendaraan adalah turunan pertama dari *driving cycle*. Berikut model Gaya resistasi pada matlab simulink.

3.5.2 Perhitungan Daya Traksi

Daya resistansi atau daya traksi yang terjadi pada kendaraan dapat dituliskan pada persamaan

$$P_{traksi}= (F_{drag}+F_{rr}+F_{grade}+F_{inertia.})\, v \quad \ldots(3.3)$$

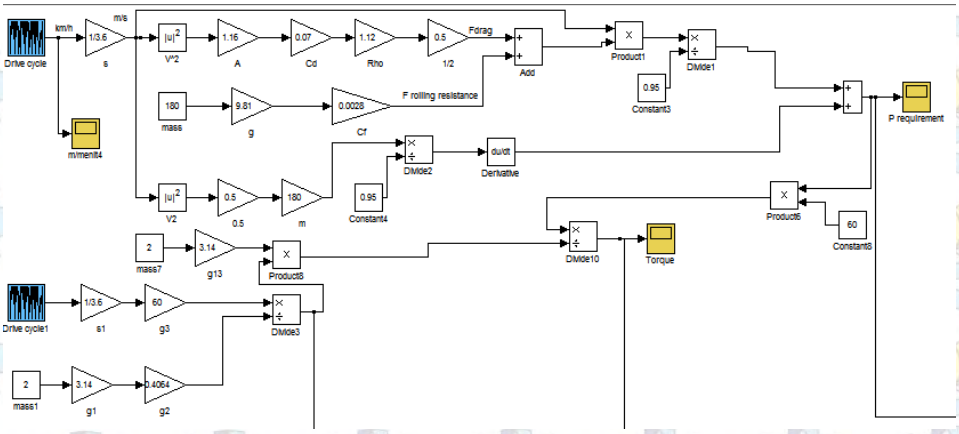


Gambar 3.5 Pemodelan daya traksi kendaraan menggunakan *software MATLAB/Simulink*

3.5.3 Perhitungan Torsi

Perhitungan torsi kendaraan didapatkan dari perhitungan sebagai berikut

$$T = P \text{ x } 60/2\mu G \quad \ldots(3.4)$$

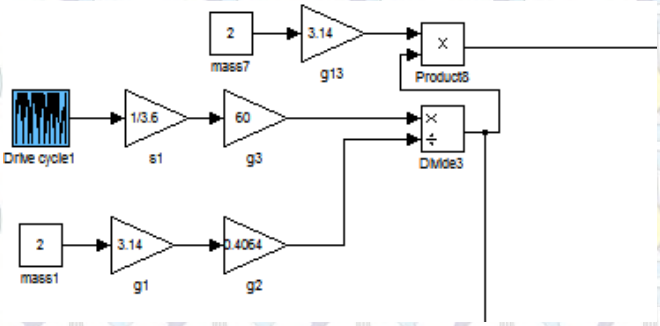


Gambar 3.6 Pemodelan torsi yang dibutuhkan oleh kendaraan menggunakan software MATLAB/Simulink

3.5.4 Perhitungan Kecepatan

Perhitungan dari kecepatan kendaraan didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut

$RPM = v/2\mu r$ …(3.5)



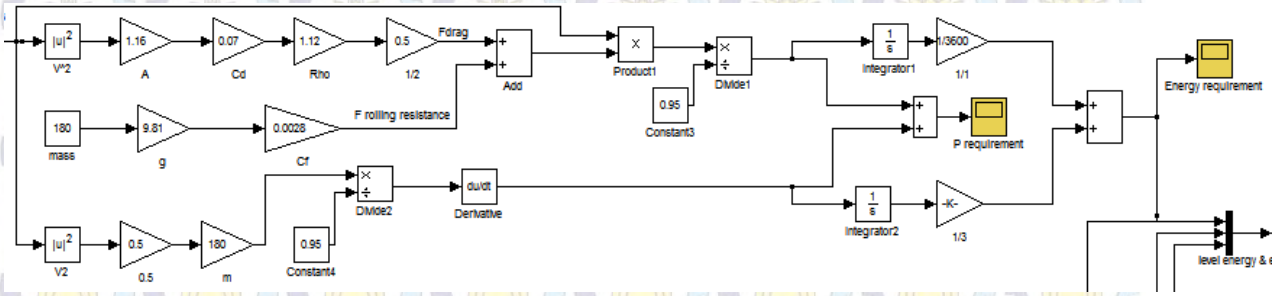
Gambar 3.7 Pemodelan kecepatan menggunakan *Software MATLAB/Simulink*

3.5.5 Perhitungan Energi yang Dibutuhkan

Perhitungan energi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan

Prequirement = P to mantain speed + Power to accelerate speed …(3.6)

Erequirement = Emantain speed + Eaccelerate speed …(3.7)

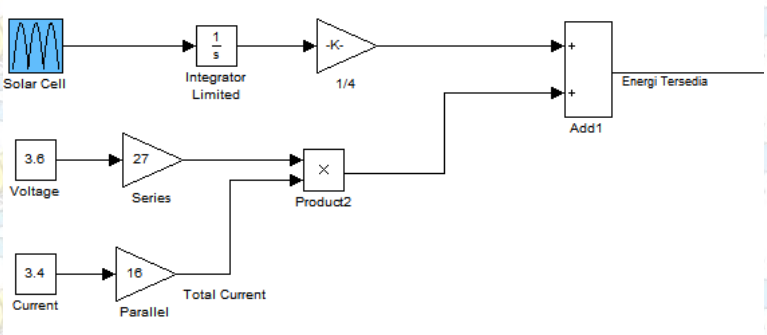


Gambar 3.8 Pemodelan energi yang dibutuhkan oleh sapu angin surya generasi kedua menggunakan *software MATLAB/Simulink*

3.5.6 Perhitungan Energi yang Dibutuhkan

Energi yang tersedia berasal dari dua sumber yakni sel surya dan baterai. Masing-masing memiliki persamaan dlam mencari total energi yng tersedia. Perhitungan energi yang tersedia dapat dihitung melalui persamaan.

Etersedia = Esel surya + Ebaterai …(3.8)

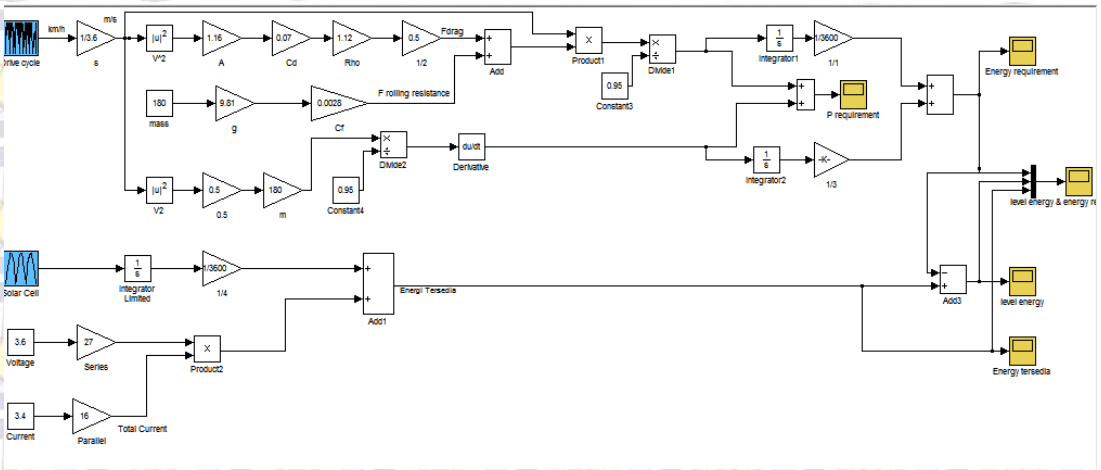


Gambar 3.9 Pemodelan energi yang tersedia mobil sapu angin surya menggunakan **software MATLAB/Simulink**

3.5.7 Perhitungan Energi yang Tersisa

Perhitungan energi yang tersisa merupakan operasi pengurangan energi yang tersedia dan energi yang dibutuhkan. Perhitungan tersebut ditunjukkan pada persamaan

Etersisa = Etersedia - Erequirement



Gambar 3.10 Pemodelan energi yang tersisa menggunakan *software MATLAB/Simulink*

3.6 Analisa

Dari pemodelan mobil sapu angi surya berdasarkan driving cycle yang sudah ditentukan dan energi yang tersedia dapat dianalisa kebutuhan energi yang diperlukan, waktu tempuh, jarak tempuh, racing strategy setiap harinya.

3.7 Kesimpulan

Tahap akhir dari penulisan Tugas Akhir ini adalah penarikan kesimpulan berdasarkan analisa yang sudah dilakukan terkait konsumsi energi per hari yang dibutuhkan oleh mobil sapu angin surya generasi kedua ini di *World Solar Challenge 2015*.

BAB IV
HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil dan Analisa *Driving Cycle* Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua

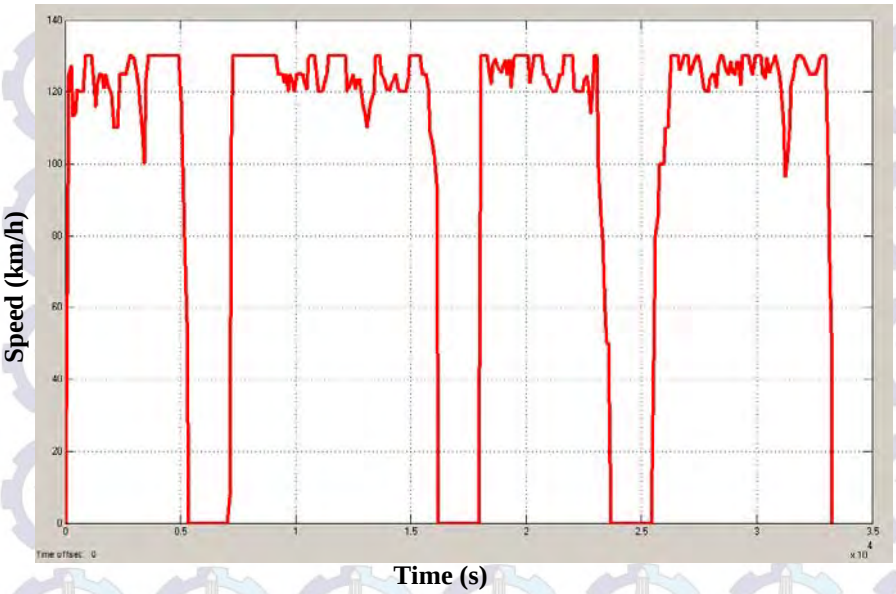
4.1.1 *Driving Cycle* Pada Hari Pertama

Grafik *driving cycle* pada hari pertama ditunjukkan pada Gambar 4.1. Grafik tersebut menunjukkan kecepatan dari Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua selama perlombaan pada hari pertama. Pada hari pertama waktu yang dibutuhkan selama 32400 detik dan kecepatan didapatkan berdasarkan tabel rute dari *World Solar Challenge*. Sekaligus sudah disesuaikan dengan peraturan-peraturan pada *World Solar Challenge* bahwa setiap berhenti di *control stop* harus berhenti terlebih dahulu selama 30 menit. Kecepatan maksimum nya berdasarkan dari rute adalah 130 km/jam dan kecepatan rata-ratanya 100 km/jam.

Gambar 4.1 Grafik *driving cycle* pada hari pertama

4.1.2 *Driving Cycle* Pada Hari Kedua

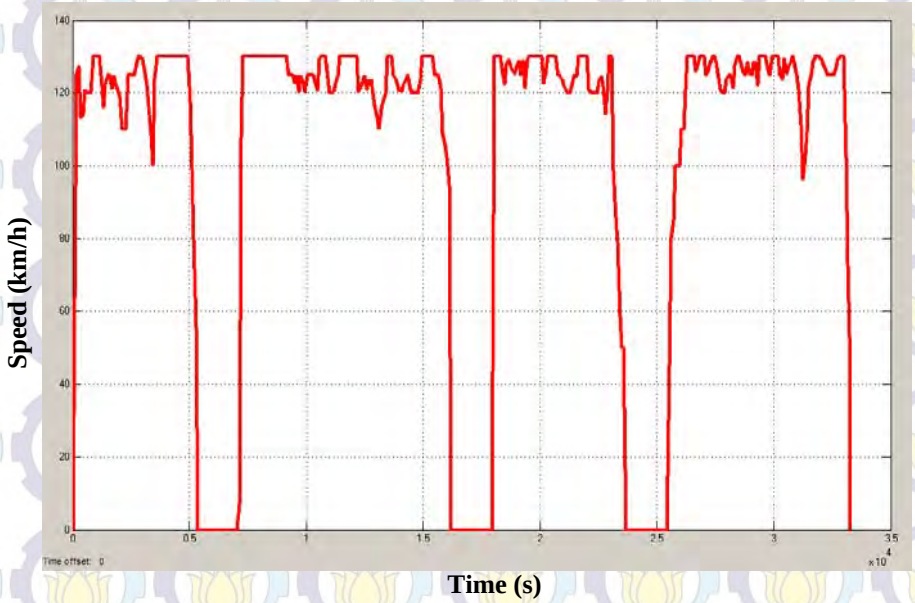
Grafik *driving cycle* pada hari kedua ditunjukkan pada Gambar 4.2. Grafik tersebut menunjukkan kecepatan dari Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua selama perlombaan pada hari kedua. Pada hari kedua waktu yang dibutuhkan selama 32400 detik dan kecepatan didapatkan berdasarkan tabel rute dari *World Solar Challenge*. Sekaligus sudah disesuaikan dengan peraturan-peraturan pada *World Solar Challenge* bahwa setiap berhenti di *control stop* harus berhenti terlebih dahulu selama 30 menit. Kecepatan maksimum nya berdasarkan dari rute adalah 130 km/jam dan kecepatan rata-ratanya 116 km/jam.



Gambar 4.2 Grafik *driving cycle* pada hari kedua

4.1.3 *Driving Cycle* Pada Hari Ketiga

Grafik *driving cycle* pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.3. Grafik tersebut menunjukkan kecepatan dari Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua selama perlombaan pada hari ketiga. Pada hari kedua waktu yang dibutuhkan selama 32400 detik dan kecepatan didapatkan berdasarkan tabel rute dari *World Solar Challenge*. Sekaligus sudah disesuaikan dengan peraturan-peraturan pada *World Solar Challenge* bahwa setiap berhenti di *control stop* harus berhenti terlebih dahulu selama 30 menit. Kecepatan maksimum nya berdasarkan dari rute adalah 110 km/jam dan kecepatan rata-ratanya 97 km/jam.

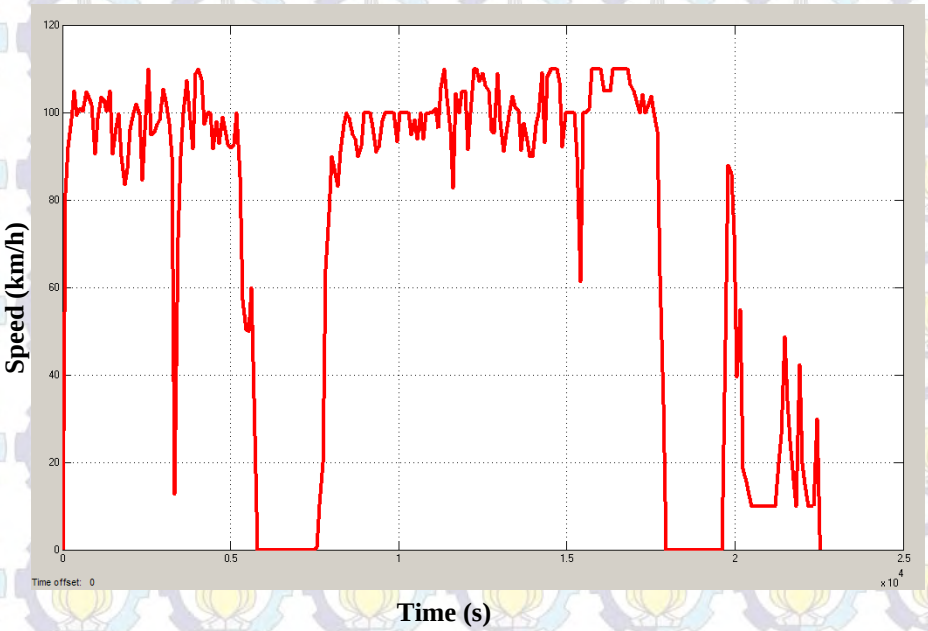


Gambar 4.3 Grafik *driving cycle* pada hari ketiga

4.1.4 *Driving Cycle* Pada Hari Keempat

Grafik *driving cycle* pada hari keempat ditunjukkan pada Gambar 4.4. Grafik tersebut menunjukkan kecepatan dari Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua selama perlombaan pada hari keempat. Pada hari keempat waktu yang dibutuhkan selama 22500 detik dan

kecepatan didapatkan berdasarkan tabel rute dari World Solar Challenge. Sekaligus sudah disesuaikan dengan peraturan-peraturan pada World Solar Challenge bahwa setiap berhenti di control stop harus berhenti terlebih dahulu selama 30 menit. Kecepatan maksimum nya berdasarkan dari rute adalah 110 km/jam dan kecepatan rata-ratanya 86 km/jam.



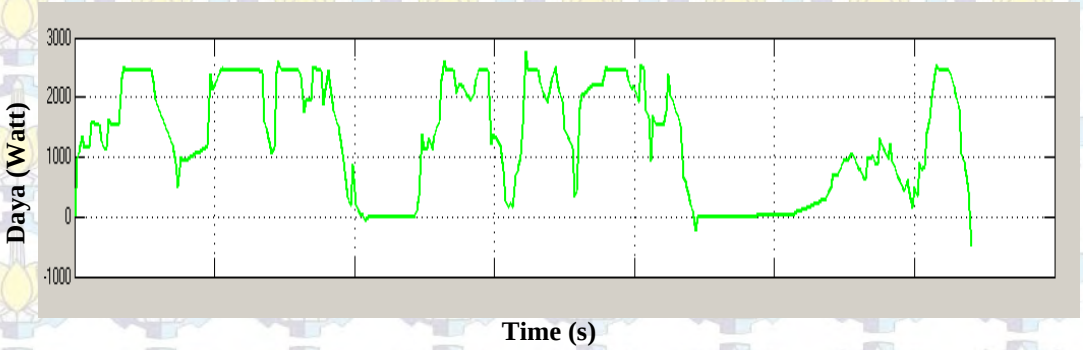
Gambar 4.4 Grafik *driving cycle* pada hari keempat

4.2 Hasil dan Analisa Daya, Torsi dan Kecepatan Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua

4.2.1 Daya

4.2.1.1 Hari Pertama

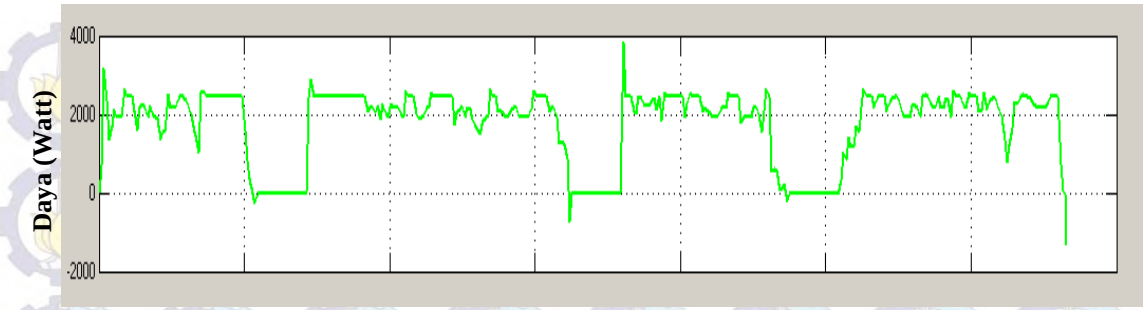
Grafik daya yang dibutuhkan pada hari pertama ditunjukkan pada Gambar 4.5. Daya maksimum yang dibutuhkan pada hari pertama sebesar 2500 Watt atau 2,5 KW. Rata – rata daya yang dibutuhkan pada hari pertama sebesar 1700 Watt atau 1,7 KW.



Gambar 4.5 Grafik daya yang dibutuhkan pada hari pertama

4.2.1.2 Hari Kedua

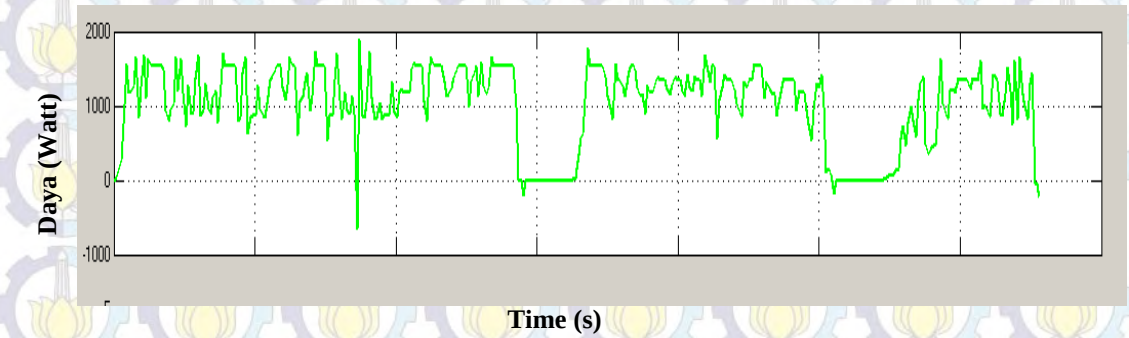
Grafik daya yang dibutuhkan pada hari kedua ditunjukkan pada Gambar 4.6. Daya maksimum yang dibutuhkan pada hari kedua sebesar 4000 Watt atau 4 KW. Rata – rata daya yang dibutuhkan pada hari kedua sebesar 2000 Watt atau 2 KW.



Gambar 4.6 Grafik daya yang dibutuhkan pada hari kedua

4.2.1.3 Hari Ketiga

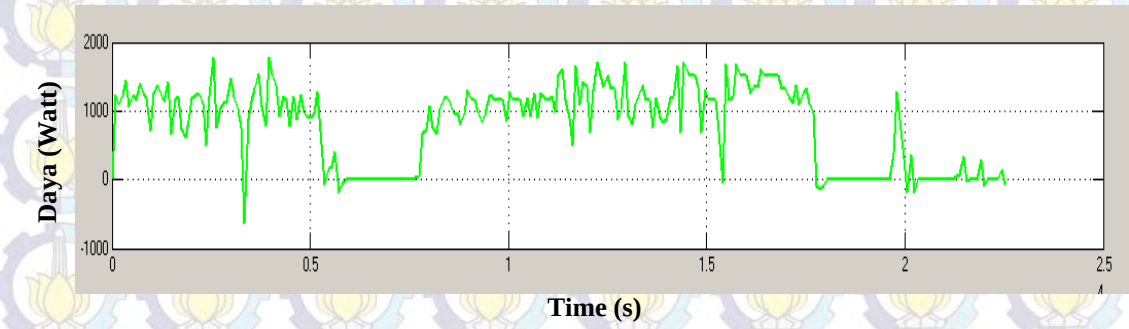
Grafik daya yang dibutuhkan pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.7. Daya maksimum yang dibutuhkan pada hari ketiga sebesar 2000 Watt atau 2 KW. Rata – rata daya yang dibutuhkan pada hari ketiga sebesar 1000 Watt atau 1 KW.



Gambar 4.7 Grafik daya yang dibutuhkan pada hari ketiga

4.2.1.4 Hari Keempat

Grafik daya yang dibutuhkan pada hari keempat ditunjukkan pada Gambar 4.8. Daya maksimum yang dibutuhkan pada hari keempat sebesar 2000 Watt atau 2 KW. Rata – rata daya yang dibutuhkan pada hari keempat sebesar 1000 Watt atau 1 KW. Dari hasil analisa daya mulai dari hari pertama sampai hari kedua terdapat grafik yang menunjukkan nilai daya negatif. Hal ini dikarenakan terjadi deselerasi atau perlambatan sesaat sebelum mobil berhenti.



Gambar 4.8 Grafik daya yang dibutuhkan pada hari keempat

4.2.2 Torsi

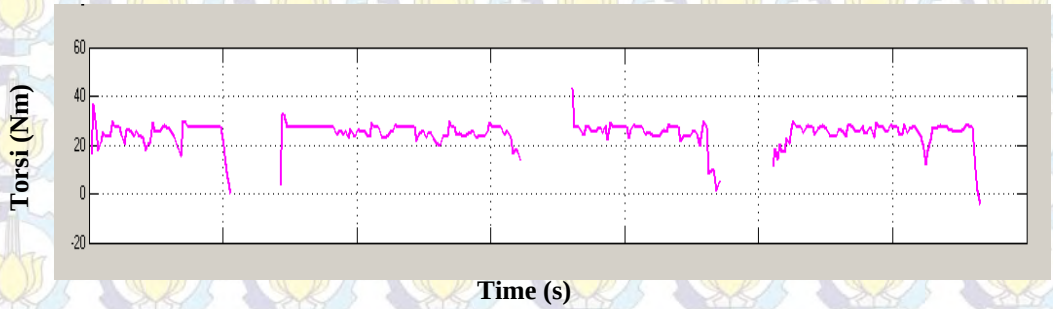
4.2.2.1 Hari Pertama

Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari pertama ditunjukkan pada Gambar 4.9. Torsi maksimum yang dibutuhkan pada hari pertama sebesar 40 N.m. Rata – rata torsi yang dibutuhkan pada hari pertama adalah sebesar 20 N.m.

Gambar 4.9 Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari pertama

4.2.2.2 Hari Kedua

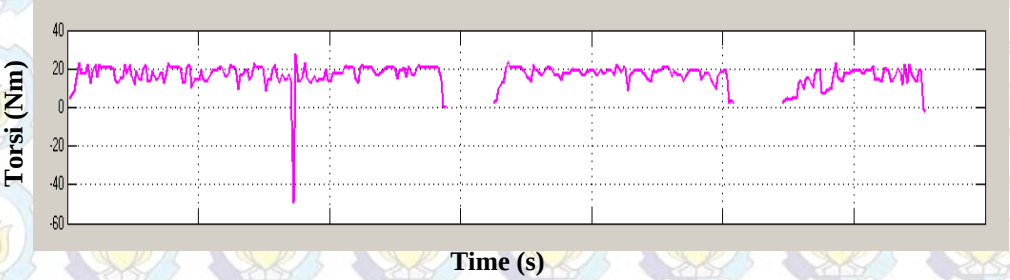
Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari kedua ditunjukkan pada Gambar 4.10. Torsi maksimum yang dibutuhkan pada hari kedua sebesar 50 N.m. Rata – rata torsi yang dibutuhkan pada hari kedua sebesar 20 N.m.



Gambar 4.10 Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari kedua

4.2.2.3 Hari Ketiga

Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.11. Torsi maksimum yang dibutuhkan pada hari ketiga sebesar 30 N.m. Rata – rata torsi yang dibutuhkan pada hari ketiga sebesar 20 N.m.

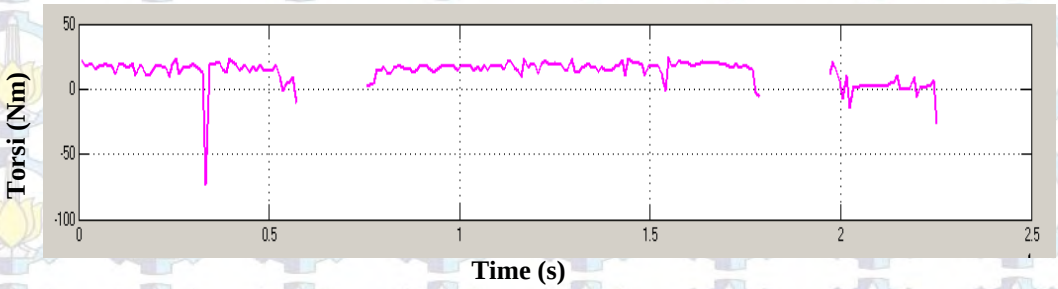


Gambar 4.11 Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari ketiga

4.2.2.4 Hari Keempat

Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari keempat ditunjukkan pada Gambar 4.12. Torsi maksimum yang dibutuhkan pada hari keempat sebesar 25 N.m. Rata – rata torsi yang

dibutuhkan pada hari keempat sebesar 15 N.m. Dari hasil analisa torsi yang dibutuhkan dari hari pertama sampai hari keempat terdapat grafik yang menunjukkan nilai torsi negatif. Hal ini dikarenakan terjadi deselerasi atau perlambatan mobil sesaat sebelum berhenti.

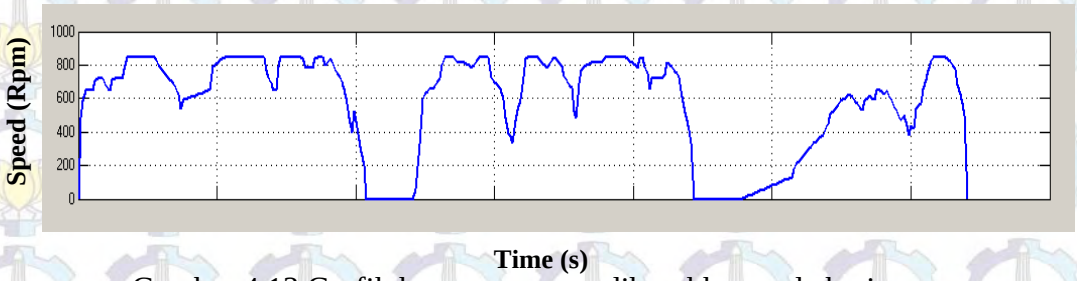


Gambar 4.12 Grafik torsi yang dibutuhkan pada hari keempat

4.2.3 Kecepatan

4.2.3.1 Hari Pertama

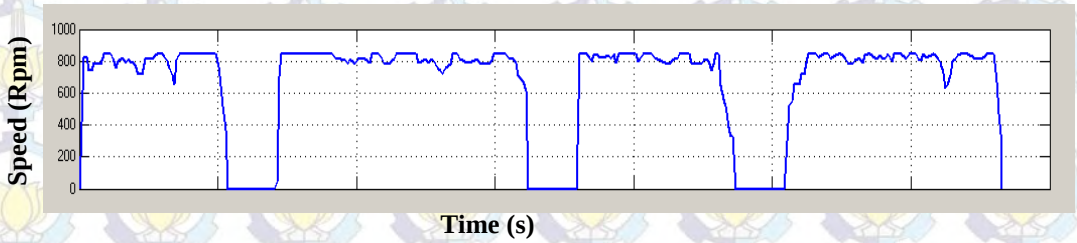
Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari pertama ditunjukkan pada Gambar 4.13. Kecepatan maksimum yang dibutuhkan pada hari pertama sebesar 900 rpm. Kecepatan rata – rata yang dibutuhkan pada hari pertama sebesar 450 rpm.



Gambar 4.13 Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari pertama

4.2.3.2 Hari Kedua

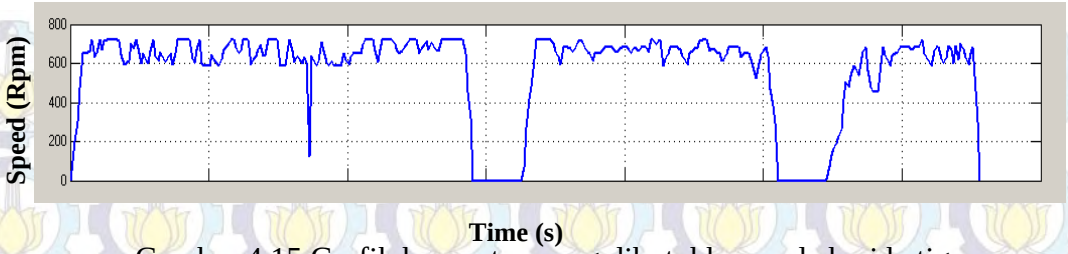
Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari kedua ditunjukkan pada Gambar 4.14. Kecepatan maksimum yang dibutuhkan pada hari kedua sebesar 900 rpm. Kecepatan rata – rata yang dibutuhkan pada hari kedua sebesar 500 rpm.



Gambar 4.14 Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari kedua

4.2.3.3 Hari Ketiga

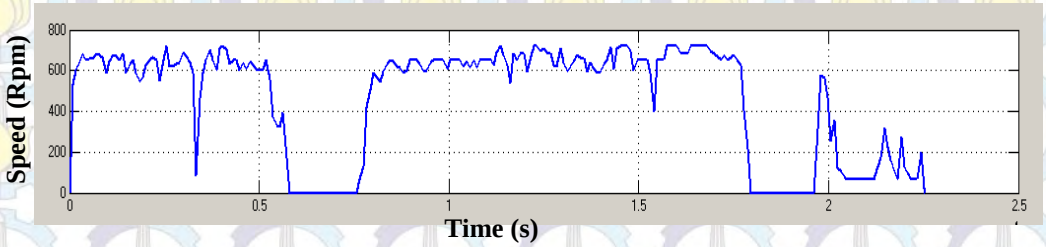
Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.15. Kecepatan maksimum yang dibutuhkan pada hari ketiga sebesar 700 rpm. Kecepatan rata – rata yang dibutuhkan pada hari ketiga sebesar 600 rpm.



Gambar 4.15 Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari ketiga

4.2.3.4 Hari Keempat

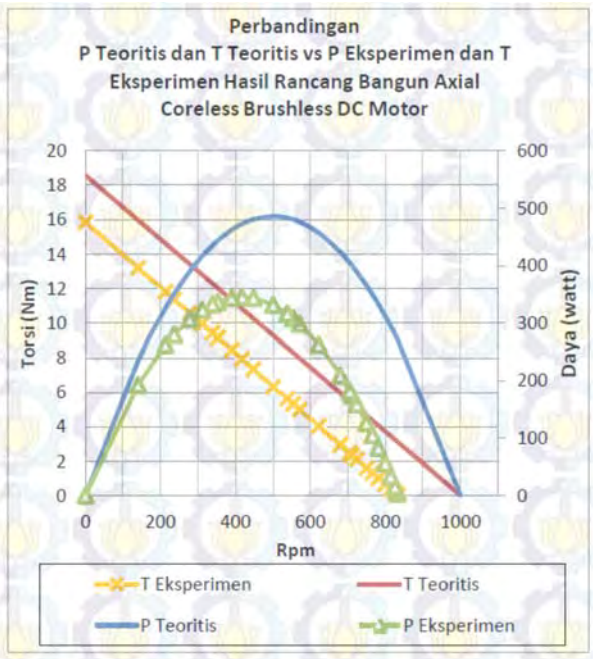
Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.16. Kecepatan maksimum yang dibutuhkan pada hari ketiga sebesar 780 rpm. Kecepatan rata – rata yang dibutuhkan pada hari keempat sebesar 450 rpm.



Gambar 4.16 Grafik kecepatan yang dibutuhkan pada hari keempat

4.2.4 Penentuan Motor Listrik Berdasarkan Analisa Daya, Torsi dan Kecepatan

Berdasarkan dari analisa torsi, daya dan kecepatan yang dibutuhkan di setiap harinya didapatkan angka-angka maksimum untuk torsi, daya dan kecepatan. Dimana nilai maksimum dari torsi, daya dan kecepatan dapat digunakan sebagai acuan penentuan motor listrik yang akan dipakai. Nilai torsi maksimum terdapat di hari kedua yakni sebesar 50 N.m. Nilai daya maksimum terdapat di hari kedua yakni sebesar 4000 Watt atau 4 KW. Nilai kecepatan maksimum terdapat di hari pertama dan kedua yakni sebesar 900 Rpm. Berarti dapat disimpulkan motor listrik yang dipakai harus memiliki peak power 4 KW, peak torsi 50 N.m, dan kecepatan 900 rpm. Berdasarkan penelitian *(Hudha Rencana P. S, 2014)* menyatakan bahwa nilai dari peak power dan peak torsi setengah dari nilai rate power dan rate torsi yang ditunjukkan pada grafik perbandingan pengujian secara teoritis dan eksperimen rancang bangun *Axial Coreless Brushless DC Motor*.



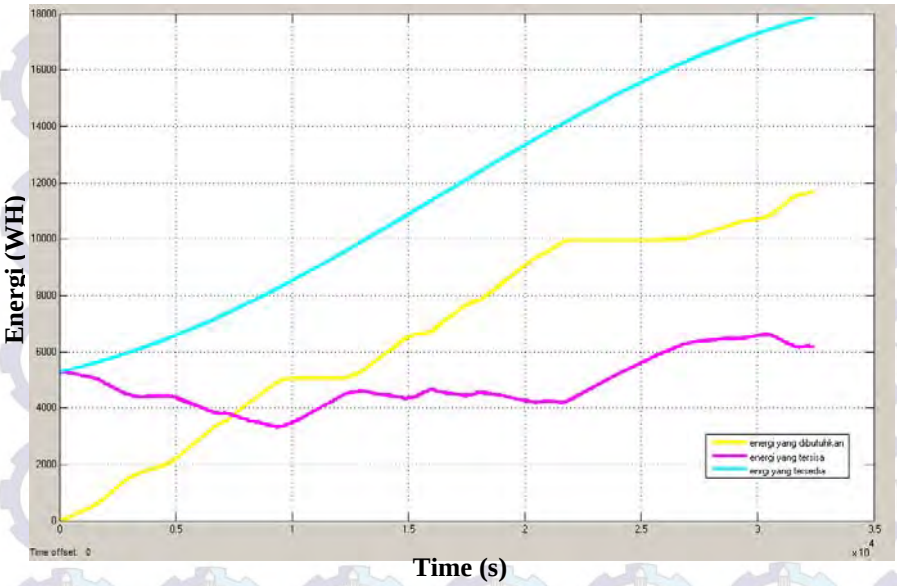
Gambar 4.17 Grafik perbandingan T teoris dan T eksperimen vs P teoritis dan P eksperimen rancang bangun *Axial Brushless DC Motor (Hudha Rencana P. S, 2013)*

Sehingga motor listrik yang akan digunakan harus memiliki daya 2 KW, torsi 25 N.m dan kecepatan maksimum diatas 900 rpm. Jika dibandingkan dengan spesifikasi Mobil Sapu Angin Surya generasi pertama yang menggunakan motor dengan daya 2 KW sebanyak 2 buah maka di World Solar Challege 2015 bisa menggunakan satu buah motor dengan daya sebesar 2 KW. Maka secara otomatis berat mobil sapu angin surya generasi kedua lebih ringan dibandingkan dengan mobil sapu angin surya generasi pertama.

4.3 Hasil dan Analisa Kebutuhan Energi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua

4.3.1 Hari Pertama

Grafik energi yang dibutuhkan pada hari pertama ditunjukkan pada Gambar 4.18 warna kuning. Energi yang dibutuhkan berasal dari daya traksi kendaraan yang dikalikan dengan kecepatan, semakin tinggi kecepatan maka energi yang dibutuhkan semakin tinggi. Daya traksi diperoleh dari gaya traksi yang berasal dari penjumlahan gaya aerodinamis, gaya rolling resistance dan gaya inersia kendaraan. Kebutuhan energi selama pukul 08:00 sampai pukul 17:00 sebesar 11,45 KWH.



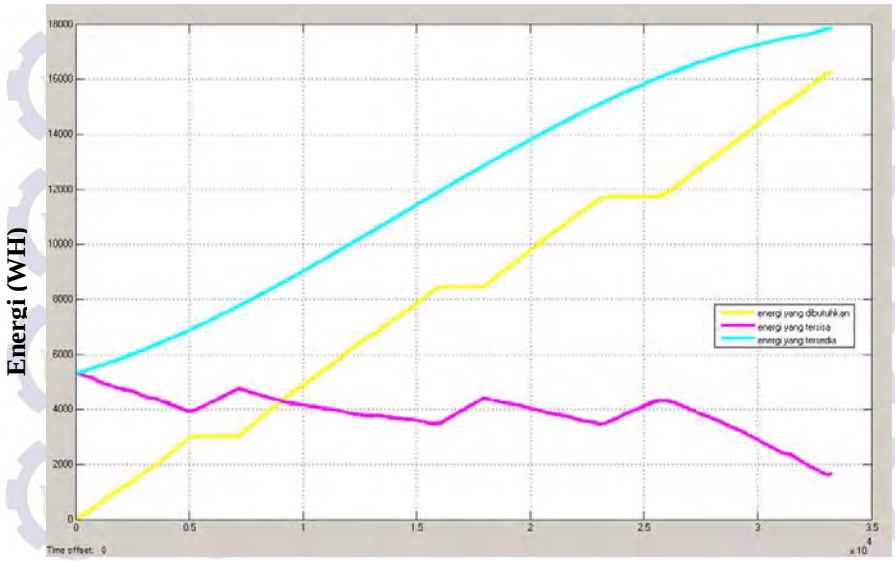
Gambar 4.18 Grafik kebutuhan energi pada hari pertama

Grafik energi yang tersedia pada hari pertama ditunjukkan pada Gambar 4.18 warna biru muda. Energi yang tersedia berasal dari energi yang tersimpan di dalam baterai yang telah di charge penuh dan dari sel surya sebagai sistem pengisi daya yang merubah energi surya menjadi energi listrik yang kemudian disimpan didalam baterai. Selama perlombaan tidak diperbolehkan adanya sistem pengisian daya ke baterai secara eksternal, sehingga baterai hanya diperbolehkan mengisi daya melalui sistem pengisian daya pada sel surya. Energi yang tersedia dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00 pada hari pertama sebesar 17,8 KWH.

Grafik energi yang tersisa pada hari pertama ditunjukkan pada Gambar 4.18 warna ungu. Energi yang tersisa merupakan selisish dari energi yang tersedia dan energi yang dibutuhkan. Jika energi yang tersisa harganya bernilai positif maka berarti tidak terjai kekurangan energi selama perlombaan atau dapat diartikan juga energi yang berasal dari baterai dan yang dihasilkan oleh sel surya mampu memenuhi kebutuhan energi selama perlombaan pada hari pertama dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00. Hari pertama energi yang tersisa pada pukul 17:00 sebesar 6,35 KWH. Artinya baterai masih terisi penuh sehingga tidak perlu mengisi daya baterai pada pukul 17:00 sampai pukul 19:00 dan pada pagi hari keesokan harinya pukul 06:00 sampai pukul 08:00.

4.3.2 Hari Kedua

Grafik energi yang dibutuhkan pada hari kedua ditunjukkan pada Gambar 4.19 warna kuning. Energi yang dibutuhkan berasal dari daya traksi kendaraan yang dikalikan dengan kecepatan, semakin tinggi kecepatan maka energi yang dibutuhkan semakin tinggi. Daya traksi diperoleh dari gaya traksi yang berasal dari penjumlahan gaya aerodinamis, gaya rolling resistance dan gaya inersia kendaraan. Kebutuhan energi selama pukul 08:00 sampai pukul 17:00 sebesar 16,4 KWH.



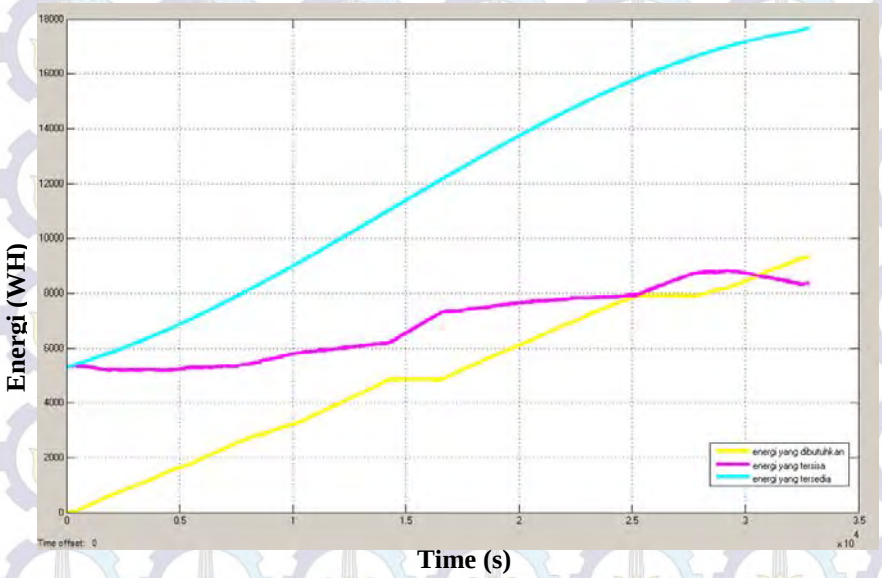
Gambar 4.19 Grafik kebutuhan energi pada hari kedua

Grafik energi yang tersedia pada hari kedua ditunjukkan pada Gambar 4.19 warna biru muda. Energi yang tersedia berasal dari energi yang tersimpan di dalam baterai yang telah di charge penuh dan dari sel surya sebagai sistem pengisi daya yang merubah energi surya menjadi energi listrik yang kemudian disimpan didalam baterai. Selama perlombaan tidak diperbolehkan adanya sistem pengisian daya ke baterai secara eksternal, sehingga baterai hanya diperbolehkan mengisi daya melalui sistem pengisian daya pada sel surya. Energi yang tersedia dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00 pada hari kedua sebesar 17,8 KWH.

Grafik energi yang tersisa pada hari kedua ditunjukkan pada Gambar 4.19 warna ungu. Energi yang tersisa merupakan selisish dari energi yang tersedia dan energi yang dibutuhkan. Jika energi yang tersisa harganya bernilai positif maka berarti tidak terjai kekurangan energi selama perlombaan atau dapat diartikan juga energi yang berasal dari baterai dan yang dihasilkan oleh sel surya mampu memenuhi kebutuhan energi selama perlombaan pada hari kedua dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00. Hari kedua energi yang tersisa pada pukul 17:00 sebesar 1,4 KWH. Artinya baterai harus diisi penuh sampai 5 KWH untuk mempersiapkan perlombaan hari berikutnya secara maksimal. Waktu yang tersedia untuk pengisian daya pada baterai melalu sistem pengisian daya oleh sel surya adalah pukul 17:00 sampai pukul 19:00 dan kesokan harinya pukul 06:00 sampai pukul 08:00. Menurut perhitungan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya selama waktu pengisian energi yang bisa dihasilkan mencapai lebih dari 5 KWH. Sehingga untuk perlombaan hari berikutnya baterai dalam keadaan penuh kembali.

4.3.3 Hari Ketiga

Grafik energi yang dibutuhkan pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.20 warna kuning. Energi yang dibutuhkan berasal dari daya traksi kendaraan yang dikalikan dengan kecepatan, semakin tinggi kecepatan maka energi yang dibutuhkan semakin tinggi. Daya traksi diperoleh dari gaya traksi yang berasal dari penjumlahan gaya aerodinamis, gaya rolling resistance dan gaya inersia kendaraan. Kebutuhan energi selama pukul 08:00 sampai pukul 17:00 sebesar 9,38 KWH.



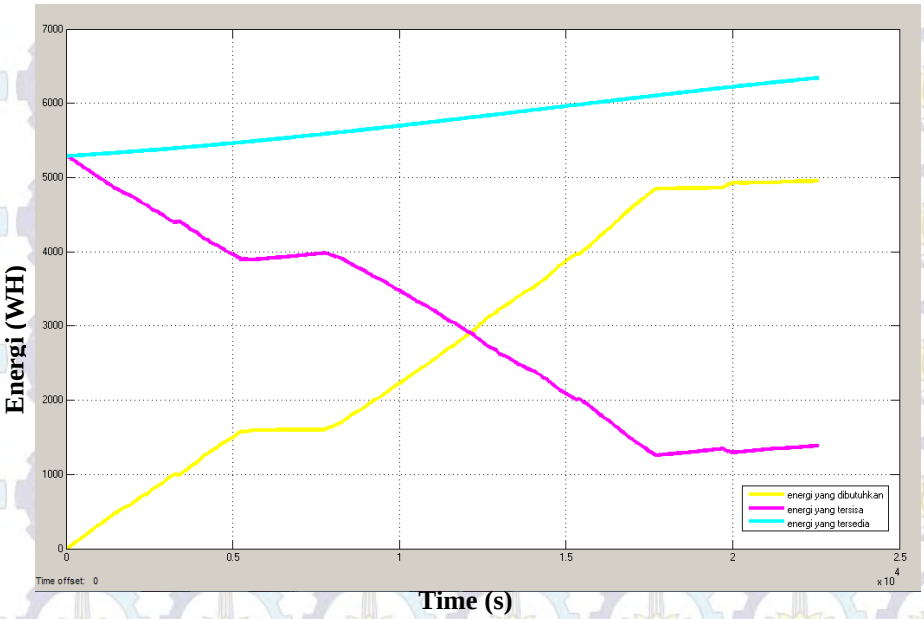
Gambar 4.20 Grafik kebutuhan energi pada hari ketiga

Grafik energi yang tersedia pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.20 warna biru muda. Energi yang tersedia berasal dari energi yang tersimpan di dalam baterai yang telah di charge penuh dan dari sel surya sebagai sistem pengisi daya yang merubah energi surya menjadi energi listrik yang kemudian disimpan didalam baterai. Selama perlombaan tidak diperbolehkan adanya sistem pengisian daya ke baterai secara eksternal, sehingga baterai hanya diperbolehkan mengisi daya melalui sistem pengisian daya pada sel surya. Energi yang tersedia dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00 pada hari ketiga sebesar 17,6 KWH.

Grafik energi yang tersisa pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.20 warna ungu. Energi yang tersisa merupakan selisish dari energi yang tersedia dan energi yang dibutuhkan. Jika energi yang tersisa harganya bernilai positif maka berarti tidak terjai kekurangan energi selama perlombaan atau dapat diartikan juga energi yang berasal dari baterai dan yang dihasilkan oleh sel surya mampu memenuhi kebutuhan energi selama perlombaan pada hari ketiga dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00. Hari ketiga energi yang tersisa pada pukul 17:00 sebesar 8,22 KWH. Artinya baterai masih terisi penuh sehingga tidak perlu mengisi daya baterai pada pukul 17:00 sampai pukul 19:00 dan pada pagi hari keesokan harinya pukul 06:00 sampai pukul 08:00.

4.3.4 Hari Keempat

Grafik energi yang dibutuhkan pada hari keempat ditunjukkan pada Gambar 4.21 warna kuning. Energi yang dibutuhkan berasal dari daya traksi kendaraan yang dikalikan dengan kecepatan, semakin tinggi kecepatan maka energi yang dibutuhkan semakin tinggi. Daya traksi diperoleh dari gaya traksi yang berasal dari penjumlahan gaya aerodinamis, gaya rolling resistance dan gaya inersia kendaraan. Kebutuhan energi selama pukul 08:00 sampai pukul 14:30 sebesar 4,92 KWH.



Gambar 4.21 Grafik kebutuhan energi pada hari keempat

Grafik energi yang tersedia pada hari kedua ditunjukkan pada Gambar 4.21 warna biru muda. Energi yang tersedia berasal dari energi yang tersimpan di dalam baterai yang telah di charge penuh dan dari sel surya sebagai sistem pengisi daya yang merubah energi surya menjadi energi listrik yang kemudian disimpan didalam baterai. Selama perlombaan tidak diperbolehkan adanya sistem pengisian daya ke baterai secara eksternal, sehingga baterai hanya diperbolehkan mengisi daya melalui sistem pengisian daya pada sel surya. Energi yang tersedia dari pukul 08:00 sampai pukul 14:30 pada hari kedua sebesar 6,31 KWH.

Grafik energi yang tersisa pada hari ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.21 warna ungu. Energi yang tersisa merupakan selisish dari energi yang tersedia dan energi yang dibutuhkan. Jika energi yang tersisa harganya bernilai positif maka berarti tidak terjai kekurangan energi selama perlombaan atau dapat diartikan juga energi yang berasal dari baterai dan yang dihasilkan oleh sel surya mampu memenuhi kebutuhan energi selama perlombaan pada hari ketiga dari pukul 08:00 sampai pukul 14:30. Hari ketiga energi yang tersisa pada pukul 14:30 sebesar 1,39 KWH. Jadi pada saat finish masih ada energi yang tersisa.

BAB V
KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan dan simulasi mobil sapu angin surya generasi kedua didapatkan beberapa kesimpulan yang dapat diambil diantaranya :

1. Berdasarkan analisa yang telah dibahas di Tugas Akhir ini maka spesikasi Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua untuk *World Solar Challenge 2015* adalah sebagai berikut:

Frontal Area Of Car	1,16	m^2
Percent Grade	0	%
Total Mass	180	kg
Drivetrain efficiency	95	%
Tire rolling resistance coefficient	0,0027	
Brake and Steering Resistance	0,0001	
Drag Coefficient	0,07	
Air Density	1,22	kg/m^3
Wheel Radius	0,4064	m
Final Drive Ratio	1	
Fixed gear ratio	1	
Overall Gear Ratio	1	
Solar Cell Efficiency	22,5	%
Kapasitas Baterai	5	KWH
Daya Nominal Motor	2	KW
Torsi Nominal Motor	25	N.m
Kecepatan Motor Maksimum	900	rpm

2. Strategi manajemen energi yang akan diterapkan pada *World Solar Challenge 2015* adalah sebagai berikut :
   - Hari Pertama
     Pada hari pertama jarak yang harus ditempuh sejauh 796 kilometer dari Darwin sampai ke Tennant Creek. Kecepatan maksimum pada hari pertama sebesar 130 km/jam dan kecepatan rata – rata nya sebesar 100 km/jam. Total energi yang dibutuhkan pada hari pertama sebesar 12 KWH sedangkan energi yang tersedia berasal dari sistem penyimpanan energi atau baterai dan sistem pengisian dari sel surya sebesar 18 KWH. Sehingga pada perlombaan hari pertama yang berlangsung dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00, energi yang tersisa sebesar 6 KWH. Oleh sebab itu di hari pertama tidak diperlukan untuk mengisi daya pada baterai karena baterai dianggap masih penuh (kapasitas baterai penuh sebesar 5 KWH).
   - Hari Kedua
     Pada hari kedua jarak yang harus ditempuh sejauh 970 kilometer dari Tennant Creek sampai ke Kulgera. Kecepatan maksimum pada hari kedua sebesar 130 km/jam dan kecepatan rata – rata nya sebesar 116 km/jam. Total energi yang dibutuhkan pada hari kedua sebesar 16,5 KWH sedangkan energi yang tersedia berasal dari sistem penyimpanan energi atau baterai dan sistem pengisian dari

sel surya sebesar 18 KWH. Sehingga pada perlombaan hari kedua yang berlangsung dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00, energi yang tersisa sebesar 1,5 KWH. Oleh sebab itu di hari kedua diperlukan untuk mengisi daya pada baterai sampai penuh untuk menghadapi perlombaandi hari berikutnya (kapasitas baterai penuh sebesar 5 KWH). Pengisian daya pada baterai dilakukan pada pukul 17:00 sampai pukul 19:00 hari kedua dan kesokan hari ketiga pukul 06:00 sampai 08:00.

- Hari Ketiga
  Pada hari ketiga jarak yang harus ditempuh sejauh 800 kilometer dari Kulgera sampai ke Glendambo. Kecepatan maksimum pada hari ketiga sebesar 110 km/jam dan kecepatan rata – rata nya sebesar 97 km/jam. Total energi yang dibutuhkan pada hari pertama sebesar 9,5 KWH sedangkan energi yang tersedia berasal dari sistem penyimpanan energi atau baterai dan sistem pengisian dari sel surya sebesar 18 KWH. Sehingga pada perlombaan hari ketiga yang berlangsung dari pukul 08:00 sampai pukul 17:00, energi yang tersisa sebesar 8,5 KWH. Oleh sebab itu di hari ketiga tidak diperlukan untuk mengisi daya pada baterai karena baterai dianggap masih penuh (kapasitas baterai penuh sebesar 5 KWH).
- Hari Keempat
  Pada hari keempat jarak yang harus ditempuh sejauh 456 kilometer dari Glendambo sampai ke Adelaide (Finish). Kecepatan maksimum pada hari ketiga sebesar 110 km/jam dan kecepatan rata – rata nya sebesar 86 km/jam. Total energi yang dibutuhkan pada hari pertama sebesar 5 KWH sedangkan energi yang tersedia berasal dari sistem penyimpanan energi atau baterai dan sistem pengisian dari sel surya sebesar 6,3 KWH. Sehingga pada hari keempat energi yang tersisa sebesar 1,3 KWH. Jadi mobil sapu angin surya generasi kedua sampai ke Adelaide (Finish) dengan energi yang masih tersisa sebesar 1,3 KWH dan finish pada pukul 14:30.

3. Motor listrik yang akan digunakan pada *World Solar Challenge 2015* harus memiliki daya 2 KW, torsi 25 N.m dan kecepatan maksimum 900 rpm.
4. Dengan menggunakan baterai sebagai penyimpan energi yang memiliki kapasitas penyimpanan energi sebesar 5,3 KWH, Mobil Sapu Angin Surya Generasi Kedua mampu menempuh garis finish pada *World SolarChallenge 2015* dengan total waktu selama empat hari. Dan menempuh garis finish pada hari keempat pukul 14:30 waktu setempat.

5.2 Saran

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini terdapat beberapa saran untuk pengembangan penilitian selanjutnya, antara lain :

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk memodelkan gaya grade atau gaya yang diperlukan untuk kemiringan jalan. Sehingga diketahui berapa gaya yang diperlukan pada saat jalan naik atau turun.
2. Disarankan pada penelitian selanjutnya bisa memodelkan dari sistem penyimpanan energi atau baterai sehingga bisa diketahu percentage SOC dari baterai.
3. Disarankan pada penelitian selanjutnya memodelkan sistem penggerak yaitu motor listrik sehingga diketahui voltase yang dihasilkan motor pada bukaan throttle yang divariasikan.

4. Pemodelan daya yang dibangkitkan oleh sel surya perlu memperhatikan *safety factor* seperti kemungkinan energi yang bisa diserap oleh baterai, cuaca mendung, waktu sudah sore, dll.

DAFTAR PUSTAKA

Boulgakov, A. 2012. “Sunswift IV Strategy for 2011 World Solar Challenge”. THE UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES School of Electrical Engineering and Telecomunication.

Erlich, A., dkk. 2010. “SHELL-ECO MARATHON CHALLENGE Electrical System of Solar Vehicle”. Drexel University.

Feria, M.B. 2012. “Decision and Control System of A Solar Powered Train”. INSTITUTO SUPERIOR TECNICO Universidade Tecnica de Lisboa.

Grunditz & Jansson. 2009. ”Modelling and Simulation of a Hybrid Electric Vehicle for Shell Eco-marathon and an Electric Go-kart”. Swedia: Department of Energy and Environment CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.

Kaloko, B.S. 2011. “Design and Development of Small Electric Vehicle Using MATLAB/Simulink. Indonesia : Dept. of Electrical Engineering Institute of Technology Sepuluh Nopember.

MIT Open Course Ware. 2008. “Fundamentals of Photovoltaics”. <URL : http://ocw.mit.edu/terms.>

Saktiwengi, H.R.P. 2013. “Rancang Bangun *Axial Coreless BLDC Motor*”. Indonesia : Teknik Mesin Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Team Apollo. 2011. “Simulation Report with Smulink”. Group T Leuven Engineering College.

BRIDGESTONE WORLD SOLAR CHALLENGE

INNOVATION
ADVENTURE
ACHIEVEMENT

Route Notes

2013 BRIDGESTONE WORLD SOLAR CHALLENGE

DARWIN TO ADELAIDE

World Solar Challenge
Darwin – Adelaide Distance Chart

	Darwin																						
Adl_River	113	Adl River																					
Pine Ck	227	114	Pine Ck																				
Katherine	317	203	90	Katherine																			
Mataranka	421	307	217	104	Mataranka																		
Larrimah	496	355	265	179	75	Larrimah																	
Daly Wts	583	469	379	266	151	87	Daly Wts																
Dunmarra	633	519	428	316	212	137	48	Dunmarra															
Newcl Wt	710	596	506	393	289	214	127	77	Newcl Wt														
Elliott	735	621	531	418	314	239	152	102	25	Elliott													
Renner Sp	826	712	622	509	405	330	243	193	116	91	Renner Sp												
TennantCk	985	871	781	668	564	489	402	352	275	250	159	TennantCk											
Wauchope	1101	997	907	784	680	605	518	468	384	366	275	116	Wauchope										
Barrow Ck	1210	1096	1006	893	789	714	627	547	473	475	384	225	109	Barrow Ck									
Ti Tree	1299	1185	1095	982	878	803	716	666	559	564	473	314	198	89	TiTree								
Aileron	1385	1271	1181	1068	964	889	802	752	668	650	559	400	284	175	86	Aileron							
Alice Sp	1494	1380	1290	1177	1073	998	911	861	865	759	668	509	393	284	194	109	Alice_Sp						
Erldunda	1691	1577	1487	1374	1270	1195	1108	1058	961	956	865	706	590	481	392	306	197	Erldunda					
Kulgera	1767	1653	1563	1450	1346	1271	1184	1134	1057	1032	941	782	666	557	468	382	273	74	Kulgera				
Marla	1945	1831	1741	1628	1524	1449	1362	1312	1235	1210	1119	960	844	735	646	560	451	254	158	Marla			
Cadney	2025	1911	1821	1707	1604	1529	1442	1392	1315	1290	1199	1040	924	815	726	640	531	334	238	80	Cadney		
CooberPdy	2178	2064	1974	1861	1757	1682	1595	1545	1468	1443	1352	1193	1077	968	879	793	684	487	391	233	153	CooberPdy	
Glendambo	2430	2361	2271	2113	2009	1934	1874	1797	1720	1695	1604	1418	1329	1220	1131	1045	909	739	643	485	405	252	Glendambo
Pimba	2543	2429	2339	2226	2122	2047	1960	1910	1833	1808	1717	1558	1442	1333	1244	1158	1049	852	756	598	518	365	113
PtAugusta	2719	2605	2515	2402	2298	2223	2136	2086	2009	1984	1893	1734	1618	1509	1420	1334	1225	1028	932	774	694	541	289
Adelaide	3021	2907	2817	2704	2600	2525	2438	2388	2311	2286	2195	2036	1920	1811	1722	1636	1527	1330	1234	1076	996	843	591

Pimba	P.Agusta																						
176	289	P.Agusta																					
478	591	302	Adelaide																				

E & OE

Route Notes for the 2013 World Solar Challenge

These notes were reviewed in July 2013. Do not use route notes from previous events. Please be aware that things can change on a daily basis. Signs get erected, removed, knocked over or otherwise mysteriously disappear. Businesses change hands, places listed as good go bad, and places listed as bad go out of business. Locations should only be regarded as approximate. Vehicle odometers vary greatly. The **information regarding speed limits and mandatory directions should not be relied upon as legally accurate**. These notes have been prepared to help you. You are expected to rely on your own good judgement and common sense at the time of your passage along this route.

Many (not all) truck parking bays in the NT carry Signs prohibiting camping. These areas are designated as part of the road train operations fatigue management program and are best avoided. Teams may find open areas behind these truck bays, but should be aware that they may be disturbed by truck movements and noisy refrigeration units.

It is recognised that Solar Challengers may wish to camp on the roadside within the Woomera Prohibited Area. Note that there are a number of suitable places, and whilst this is unlikely to cause any problems within 200mtrs of the road, any attempt to open gates or cross fence lines will attract the attention of the military authorities.

A **Fruit Fly Exclusion Zone** exists south of Tennant Creek. Please ensure that you consume or dispose of all fresh produce prior to entering the zone, which is well signposted. Fresh supplies can be obtained in Alice Springs. Further quarantine restrictions are in place at the South Australian border.

Road Rules, Speed Limits and Traffic Lights

Challengers are reminded that the regulations call for strict adherence to all civil traffic laws. Each World Solar Challenge sees changes to the speed limits, and new traffic lights installed. These are all part of the Challenge, and we all have to accept the effects they have on our progress, as, like the weather, they are beyond anyone's control. The World Solar Challenge relies on the good will of the authorities for permission to run solar cars on the public highway and will not hesitate to remove any team whose actions threaten the very existence of the event.

Please join us in acknowledging the spiritual attachment the indigenous peoples hold with their ancestral lands.

The following Nunga/Ananju countries are traversed by the World Solar Challenge

Northern Territory	***South Australia***
Larrakia	*Luritja*
Warai	*Pitjantjatjara*
Kungarakany	*Antakarinja*
Wagiman	*Arabunna*
Jawoyn	*Kokatha*
Yangman	*Barngala*
Mudburra	*Nukunu*
Jingil	*Ngadjuri*
Warlmanpa	*Narrungga*
Warrumung	*Kaurna*
Anmatyerre	
Arrente	

The Route

Sector 1 Darwin to Katherine

Approx Dist (Km) from start	Feature	Action/Remark	Note
State Square	S12 27' 47" E130 50' 16.1" (S12.46306 E130.83781)		
Exit	To Mitchell Steeet	**Under normal traffic conditions**	
0.2	Cavanagh Street	Traffic Light	Straight ahead
0.5	Mc Minn Street	Traffic Light	Straight ahead
1	Speed 60	Speed limit	
	Speed 80	Speed limit	
1.6	Dinah Beach Road	t/o on right	Straight ahead
2.3	Tipperary Waters	t/o on right	Straight ahead
3.3	Stuart Park	t/o on left	Straight ahead
4.5	Bennison Road	t/o on left	Straight ahead
4.8	Speed 100	Speed limit	
8.6	Amy Johnson Drive	t/o on left	Straight ahead
9.8	Hidden Valley Raceway		Straight ahead
12	Berrimah Road	Traffic Light	Straight ahead
14	Wishart Siding Road	Traffic Light	Straight ahead
16	Moring Street	exit	Straight ahead
17	Palmerston exit	exit	Straight ahead
24	Howard Springs	Traffic Light	Straight ahead
29	Traffic light	Coolalinga	
31	Speed limit 100 Km/h		
34	Traffic light	Arnhem Hwy t/o	
37	Speed Limit 110 Km/h	Speed limit	
38	Elizabeth River	Bridge	
42	NOONAMAH		Public Telephone
45	Cox Peninsular Road	Traffic Light	
46	Divided hwy ends		
51	Speed limit 130 Km/h		
61	ACACIA STORE	on right	Public telephone
66	Overtaking lane starts		
68	Overtaking lane ends		
78	Lake Bennett	t/o on left	
84	Batchelor / Litchfield	t/o on right	
87	Coomalie Creek		
93	Glenluckie Creek		
111	Speed Limit 100 Km/h	Speed limit	
112	Speed Limit 80 Km/h	Speed limit	
113	ADELAIDE RIVER township	on left	Full services

Solarcars who have not passed this point in 5 hours (1330) may be asked to trailer to Katherine

approx. Km from start	Police speed enforcement area	t/o = Turn Off	
113	Daly River	t/o on right	
114	speed limit 130 Km/h		
143	Overtaking lane starts	on left	
144	Overtaking lane ends	on right	
160	Douglas Hot Springs	t/o on right	
170	HAYES CREEK		Roadhouse
171	Overtaking lane starts		
Hayes Creek Hill	Steepest hill on whole route!	Summit 203mtr	CAUTION!
173	O/taking lane ends before summit !		
177	Grove Hill	t/o on left	
184	Overtaking lane starts		
186	Overtaking lane ends		
191	EMERALD SPRINGS	on right	Roadhouse
193	Overtaking lane starts		
196	Overtaking lane ends		
210	Pin Que Road	t/o on left	
212	Overtaking lane starts		
214	Overtaking lane ends		
222	Speed Limit 100 Km/h	Speed limit	
223	PINE CREEK township	t/o on right	
223	Kakadu Hwy	t/o on left	
226	PINE CREEK township	t/o on right	

Solarcars who have not passed this point in 7 hours (1530) may be asked to trailer to Katherine

227	Umbrawarra Dam	t/o on right	
229	Speed Limit 130 Km/h		

Approx Km from start	DRIVE ON THE LEFT	t/o = turn off
249	**Dorisvale t/o**	**on right**
253	Cullen River bridge	
255	Sign: K60	
256	Parking Bay	on left
257	Fergusson River	
259	Overtaking lane starts	
260	Overtaking lane ends	
271	Divided road starts	
273	Edith Falls	t/o on left
273	Divided road ends	
274	Sign: K40	
282	Overtaking lane starts	
284	Overtaking land ends	
284	Sign: K30	
287	Edith Farms Road	t/o on right
294	Sign: K20	
298	NT Rural College	on right
305	Railway bridge	
309	Speed Limit 100 Km/h	
312	Speed limit 80 Km/h	
314	Speed limit 60 Km/h	
314	Katherine River Bridge	
	Proceed south through town centre	
315	Tourist Centre	On left
315	Speed Limit 80 Km/h	
316	Godinymayin Arts Centre	On left
318	Speed limit 100 Km/h	
320	**Transport Weigh-Station ahead**	
321	**Katherine Control Stop**	Follow Marshal Instructions

Control Stop 1
Manager: Michael Wyatt

Official: Tony Wilson

Opens:
11:10 Sun 6 Oct

Official Close:
13:50 Sun 6 Oct
(Regulation 6.35)

The Control will remain manned until 1700.

Katherine is the last major Shopping Centre for 1200 Km

DRIVE ON THE LEFT

Approx Km from start			
321	Depart Control Stop 1		
324	Speed limit 100 Km/h		
326	Katherine Airport	t/o on right	
327	Speed limit 110 Km/h		
333	Military Airbase (RAAF Tindal)	t/o on right	
334	Sign: M 90		
336	Speed limit 130 Km/h		
344	Sign: M 80	(Mataranka 80 Km)	
346	Cutta Cutta Caves	t/o on right	
350	Road junction	on left	Brice Road
351	Radio tower	on left	
354	Sign: M 70		
361	King River Bridge		
363	Parking Bay	on left	
364	Sign: M 60		
365	Truck Parking bay & Rest area	on left	
369	Sign: TC 620		
374	Sign: M 50		
385	Sturt Downs	t/o on right	
394	Sign: M 30		
404	Sign: M 20		
407	Truck Parking Bay (large)	on left	
409	Mataranka Station	t/o right	
420	Speed limit 100 Km/h	Township services - fuel	
422	Speed limit 80 MATARANKA	Public telephone	
424	Speed limit 60 Km/h	Shop Post & Police Station	
425	Mataranka Hot Springs	t/o on left	
427	speed limit 100		
428	Roper Bar	t/o on left	
430	speed limit 130		
435	Elsey Cemetery	t/o on left	
436	Sign: E 300	Elliott 300 Km	
439	Gorrie Station	t/o on right	
439	Warloch Ponds	bridge	
456	Sign: E 280		
459	Warloch Parking bay		water
466	Sign: E 270		
476	Sign: E 260		
486	Sign: E 250		
488	Gorrie Airstrip	(disused)	potential camp
496	Sign: E 240		
497	Speed limit 80 Km/h		
498	Speed limit 60 Km/h	LARRIMAH	Township services
499	Speed Limit 80 Km/h		

Approx Km from start	DO NOT PARK ON THE ROAD		
499	Speed Limit 130 Km/h		
500	Sign: Next Services Daly Waters		
505	No45 Hospital (ruins) site	(Historical WW2 site)	
516	Sign: E220		
528	Flood warning Sign:		
530	Radio tower 8206	on left	
534	Maryfield Station	t/o on left	
536	Sign: E 200	on right	Parking bay
537	Memorial – Alexander Forrest	historic site	
556	Sign: E 180		
562	Parking bay	on left	
566	Sign: E 170		
570	Radio Tower	on left	
576	Sign: E 160		
579	Nutwood Downs	t/o on left	
582	Sign: Hi Way Inn 9 Km		
584	Sign: Dunmarra 50		
585	Sign: Daly Waters t/o 2 Kms		
585	Sign: E 150		Highway Inn BP
587	Daly Waters	t/o on right	
590	Carpentaria Highway	on left	BP Roadhouse
591	Sign: Dunmarra 44		
596	Sign: E 140		
605	Sign: Parking Bay 2 Km		
606	Sign: E 130		
607	Truck parking		
610	Radio tower 8300	on right	
616	Sign: E 120		
625	Buchannan Hwy	t/o on right	
626	Sign: E 110		
629	Sign: Dunmarra 5 Km		
632	Sign: Dunmarra 2 Km		
633	**Dunmarra**	**Control Stop 2 on left**	
Control Stop 2 S16°40'47.4" E133°24'42.8" (S16.679833 E133.41189) Official: Jim Buchanan	Control Stop times Open: 14:00 Sun 6 Oct Official Close: 10:30 Mon 7 Oct (Regulation 6.35)		All Roadhouse Services. Campsite, pool Food fuel (best homemade pies - be early!)

CHANGE DRIVERS REGULARLY

Approx Km from start			
636	Sign: E 100	Elliot 100 Km	
646	Sign: E 90		
647	Camp area	on left	
656	Sign: E80		
663	Todd memorial	on right	
666	Sign: E70		
668	Truck parking bay	on left	
670	Sign: Flood Warning		
673	Truck Parking area	on right	
676	Sign: E60		
684	Cattle grid		
686	Sign: E50		
696	Sign: E40		
697	George Redmond crossing		
702	Newcastle Creek	Start of bridges (3)	
706	Sign: E30		
708	Truck parking bay	on right	
712	Newcastle Waters	t/o on right	
716	Parking area	on left	Toilets / water
716	Sign: E 20		
717	Beetaloo	t/o on left	
718	Radio Tower 8303		
726	Sign: E 10		
730	Sign: E 5		
730	Elliott airstrip	On left	
730	**Speed limit 80 Km/h**	**Police have caught Solarcar teams speeding here!**	
733	**Speed limit 70 Km/h**		
734	**Speed limit 60 Km/h**		
734	Cattle grid		
735	**ELLIOTT**	Police, Medical, Store, Fuel	
737	Speed limit 70 Km/h		
738	Cattle grid		
738	Speed limit 130 Km/h		
746	Parking bay on left		Suitable campsite?
746	Sign: TC 240		
753	Barkly Stock Route	t/o on left	
755	Sign: Wandering Stock		
756	Sign: TC 230		
766	Sign: TC 220	parking bay on left	
776	Sign: TC 210		
776	Parking bay	on left	
786	Sign: TC 200		
787	Cattle grid		
794	Radio tower		
795	Powell Creek H/S	t/o on right	
796	Sign: TC 190		

Approx Km from start	BEWARE OF FATIGUE – a slow radio response can be first sign !		
806	Sign: TC 180		
812	Cattle Grid		
815	Parking bay	on right	
816	Sign: TC 170	On left Solar panels	
819	Cattle grid		
826	**RENNER SPRINGS**	Roadhouse, Fuel, Campsite	
826	Sign: TC 160		
834	Parking bay on left	Radio tower	
834	Warning Sign: Wandering Stock		
836	Sign: TC 150		
843	Trucking Yards		
844	Helen Springs Station	t/o on left	
846	Sign: TC 140		
846	Parking bay	on left	
851	North Tomkinson Creek	bridge	
851	Cattle grid		
853	Parking bay	on left	
856	Sign: TC 130		
858	Parking bay	on left	
862	Tomkinson Creek	bridge	
864	Radio tower		
865	Muckaty Station	t/o on right	
866	Sign: TC 120		
873	Cattle grid		
875	Bootoo Creek Mine	t/o on left	
876	Sign: TC 110		
884	Kuerschner Creek	bridge	
885	Banka Banka H/S	t/o on right	camping
886	Sign: TC100		
893	Floodway		
898	Sign: TC 90		
897	Morphett Creek	bridge	
900	Churchill's Head	t/o on right	Old Stuart Hwy
902	Radio tower 8308	on right	
905	Truck parking bays	both sides	
907	Sign: TC 80		
913	Churchill's Head	t/o on right	Old Stuart Hwy
914	Attack Creek Rest Area	bridge	
915	Stuart Memorial	Parking Bay	toilet

Approx Km from start	SPREAD OUT TEAM VEHICLES – NO CONVOYS		
916	Brunchilly Station	t/o on left	
916	Sign: TC 70		
922	Cattle grid		
926	Sign: TC 60		
927	N.Hayward Creek	bridge	
928	Hayward Creek	bridge	
931	S.Hayward Creek	bridge	
936	Gibson Creek	bridge	
937	Sign: TC50		
940	Radio tower 8309		
943	Phillip Creek Station	t/o on right	
944	Phillip Creek	bridge	
955	Fire danger Sign:		
956	Floodway		
956	Sign: TC 30		
960	Parking bay	on right	
961	Flynn memorial		
961	THREE WAYS	Roadhouse	Services Shell
962	Barkly Hwy	t/o on left	To Queensland
972	Sign: TC 15		
974	Floodway		
975	Old Telegraph Stn	on left	
976	TENNANT CREEK	bridge	
977	Sign: TC10		
981	Speed limit 100 Km/h		
983	Speed limit 80 Km/h	enter urban area	Tennant Creek
984	Cross Roads		caution
985	Speed Limit 50 **40 if school day !**	**TENNANT CREEK**	Town - All services **Watch your speed**
988	**Tennant Creek Control Stop**	Turn Left <u>after road junction</u>	

Control STOP 3

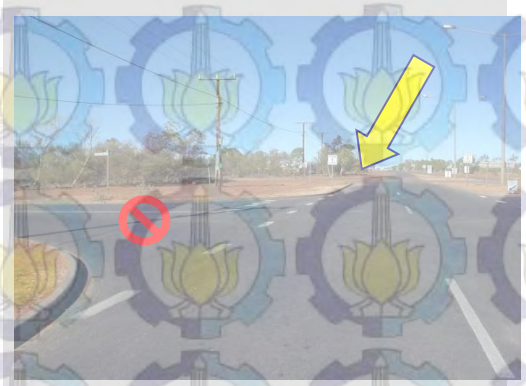
S19°39'27.9"
E 134°11'18.6"

(S19.65775
E134.18850)

Official:
Chris Hayden

Control Stop times:

Open:
09:00 Mon 7 Oct
Official Close:
17:10 Mon 7 Oct
(Regulation 6.35)



Approx Km from start	GIVE DUE CONSIDERATION TO ROAD TRAINS _ THEY ARE BIG !		
	Re-enter Stuart Highway		
989	Speed limit 80 Km/h		
991	Speed limit 100 Km/h		
994	Speed Limit 130 Km/h		
995	Floodways		
1000	Sign: TT 300	Ti Tree 300 Kms	
1009	Floodway		
1010	Sign: TT 290		
1014	Parking Bay	on right	
1020	Sign: TT 280		
1021	Floodway		
1022	Kelly Creek	bridge	
1029	Radio tower	on right	
1030	Sign: TT 270		
1031	Edinburgh Creek	bridge	
1034	Floodway		
1040	Sign: TT 260		
1045	Power lines	crossing road	
1048	Truck parking bay	on left	
1050	Sign: TT 250		
1051	Radio Tower 8398	sign only	
1053	Gilbert Swamp		
1059	Floodway		
1060	Sign: TT 240		
1060	Floodway		
1062	Floodway		
1063	Mungkarta	H/S t/o on right	
1064	McLaren Creek	bridge	
1067 - 1071	Floodways		
1070	Sign: TT 230		
1075	Kurundi	t/o on left	
1075	Bonney Creek	bridge	Windmill on right
1077	Bonney Well parking bay	on right	
1080	Sign: TT 220		
1083	Dixon Creek	bridge	
1089	Devil's Marbles	t/o on left	Public campsite behind Devils Marbles – water usually available
1090	Sign: TT 210		
1091	Devil's Marbles	t/o on left	
1100	Sign: TT 200		
1101	**WAUCHOPE**	Roadhouse services (say "walk – up")	
1101-1108	Floodways		
1110	Sign: TT 190		
1111	Singleton Station	t/o on left	
1120	**WYCLIFFE WELL**	Roadhouse **(beware of aliens!)**	
1120	Sign: TT 180		
1124	Beginning of 42km straight (longest single straight on entire route)		
1131	Sign: TT 170		

CHANGE DRIVERS REGULARLY

Approx Km from start			
1137	Radio tower 8396	on right	Parking bay
1138	Ali Curung	t/o on left	
1139	Railway Overpass	The Ghan	
1140	Sign: TT 160		
1150	Sign: TT 150	Jacko's Tree	on left
1160	Sign: TT 140		
1165	Parking bay	on left	
1168	Davenport Ranges Road	on left	
1169	Taylor Creek	Rest Area	Toilets
1170	Sign: TT 130		
1178	WWII Barrow Creek Depot	t/o on left	
1180	Sign: TT 120		
1186	Floodway		
1190	Sign: TT 110		
1198			!
1200	Sign: TT 100		
1207	Radio Tower 8394		
1208	Neutral Junction	t/o on left	
1210	Sign: TT 90		
1211	Barrow Creek	bridge	
1217	Solar panels	on right	
1219	Cattle grid - Floodway		
1220	Sign: TT 80		
1224 - 1229	Floodways		
1230	Sign: TT 70		
1240	Sign: TT 60		
1241	Stirling Station	t/o on left	
1244	Willora Community	t/o on left	
1246-1247	Floodways		
1250	Parking bay – truck rest	on right	No caravans
1251	Hospital Sign: (50k)		
1252 – 1267	Floodways		
1260	Sign: TT 40		
1270	Sign: TT 30		
1275	Hospital Sign: (25k)		
1279	Stuart Memorial	on right	Good parking bay

Approx Km from start			
	BEWARE OF FATIGUE – a slow radio response can be first sign !		
1280	Sign: TT 20		
1282	Floodway		
1287	Skull Creek		
1290	Sign: TT 10		
1291	Floodway		
1299	Speed limit 100 Km/h		
1300	Speed limit 80 Km/h		
1301	Cattle grid		
1301	Speed limit 60 Km/h	Ti Tree township	Roadhouse services
1302	**Ti Tree Control Stop**	Roadhouse, Medical Centre & Police Telstra mobile coverage	
Control Stop 4 Official: Drew Jackson	**TiTree** Ti Tree Park Control Stop times Open: 12:30 Mon 7th Oct Official Close: 13:40 Tues 8th Oct (Regulation 6.35)		
	Ti Tree pub – the most central pub in Australia		
	Speed limit 80 Km/h		
1303	Cattle grid		
1303	Speed limit 100 Km/h		
1304	Speed Limit 130 Km/h		
1305	Sign: AS 190	Alice Springs 190 Km	
1311	Mara Jutunta	t/o left	
1315	Sign: AS 180		
1316	TiTree farm	on right	
1319	Cattle grid		
1325	Sign: AS 170		
1335	Sign: AS 160		
1345	Sign: AS 150		
1345	Mt Denison	t/o on right	
1347	Parking bay	on right	Good camping
1349	Prowse Gap		
1352	Cattle grid		
1355	Sign: AS 140		
1356	Sign: Aileron 5Km	on left	
1356 -1358	Floodways		

Approx Km from start	NEVER PARK ON THE HIGHWAY		
1360	Aileron t/o	on right	Ampol
Aileron roadhouse and campgrounds 1 Km off main road – public phone and swimming pool			
1365	Sign: AS 130		
1369	Ryan's Well Rest Area	on right	water
1369-1371	Floodways		
1375	Sign: AS 120		
1377	Napperby Homestead	t/o on right	
1378	Radio tower 8389	on right	
1379	Native Gap		
1381	Grid		
1385	Sign: AS 110		
1395	Sign: AS 100		
1400	Connor's Well	parking bay	on right
1402	Solar panels	on right	
1405	Sign: AS 90		
1415	Sign: AS 80		
1420	Sign: Hospital 75		
1425	Sign: AS 70		
1427	Plenty Hwy	t/o on left	
1428	Cattle grid		
1430	Truck parking bay	on left	Trucks only
1435	Sign: AS 60		
1436	Yamba Station	t/o on left	
1438	Burt Creek	Warburton memorial	
1441	Harry Creek		
1443	Arltunga drive	t/o on left	
1445	Sign: AS 50		
1447	McGrath Creek		
1448	Cattle grid		
1455	Sign: AS 40		
1461	Radio tower 8397		
1462	Crossing TROPIC OF CAPRICORN (parking bay on right)		
1463	16 Mile Creek		
1465	Sign: AS 30		
1471	Bond Springs airstrip Sign		
1471.8	Speed limit 110 Km/h:		
1472	Parking bay	on right	
1473	Tanami Road	t/o on right	(to NW Australia)
1473	Cattle Grid		
1475	Parking area	on left	
1476	Railway overpass		
1480	Colyer Creek	bridge	
1481	Parking area	on left	

	Speed limit 100 Km/h		
1483	Sign: AS 10		
1486	Speed limit 80 Km/h		
1487	Charles River	Geoff Mott Bridge	
1488	Speed limit 70 Km/h	Divided road	Slow left bend

CAUTION –ALICE SPRINGS URBAN AREA

1489	Speed limit 50 Km/h		
1492	Wills Terrace	traffic Lights	Keep Right
1492	McDonalds	traffic Lights	Straight On
1492	Stott Terrace	traffic Lights	Straight On
1492	Skinner St		
1493	**Turn Left**	**Treager Avenue**	**Follow Signs**

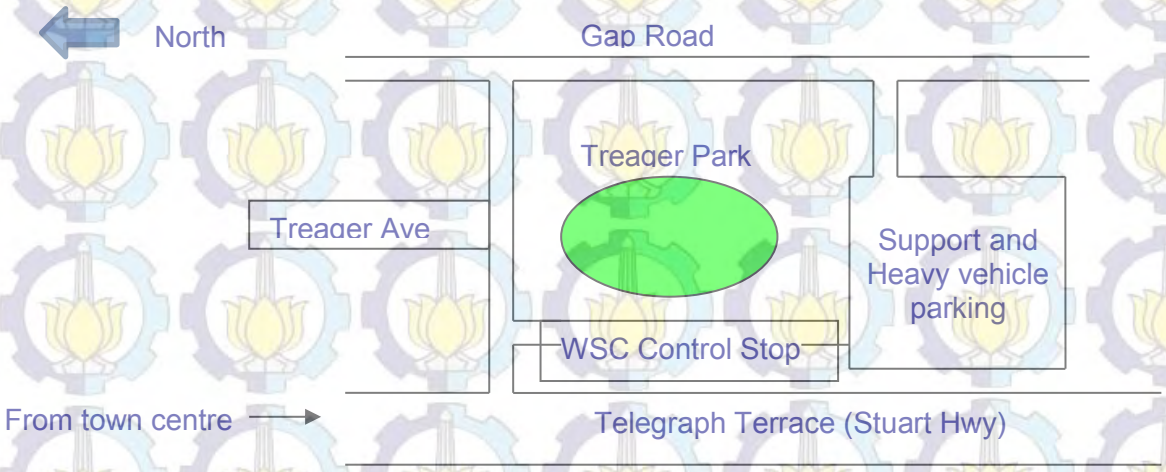
NB LARGE TRUCKS SHOULD NOT ENTER Control Stop – continue past entrance, turn right at end of street (into Gap Road) and right into swimming pool car park (see map).

	Alice Springs Control Stop	
Control Stop 4 S23 42'31 E133 52'32 Official: Bo Dorniak	Control Stop times: Open: 15:00 Mon 7 Oct Official Close: 08:20 Wed 8 Oct (Regulation 6.35)	**Adventure Class Solar EV's arriving Monday/Tuesday will be held for a stage start 0800 Wed (or at the discretion of the Clerk of the Course) Cruiser Class – see Cruiser notes**

Alice Springs Procedures

SolarEVs + escort vehicles ONLY enter Control Stop

ALL TRUCKS, support crew and other team vehicles proceed to alternative parking



Sector 5 – Alice Springs to Kulgera

How to get out of Alice Springs without going to the Airport!

	DEPART ALICE SPRINGS		
	Exit Control Stop	Turn left	
1494	Telegraph Terrace	Turn left	
1495	Roundabout	Take 3rd exit	Stuart Highway
1495	Palm Circuit	t/o on left	
1499	Speed limit 90 Km/h		
	Pioneer Park	on left	
1499	Speed limit 80 Km/h		
1500	Speed limit 100 Km/h		
Prepare to Turn Right	**Do not go to the airport!** at least one solarEV goes there each event !		
1503	**TURN RIGHT**		Stuart Hwy

Sector 6 – Alice Springs to Kulgera

Approx Km from start	SPREAD OUT TEAM VEHICLES – NO CONVOYS		
1504	**Railway Crossing**		**CAUTION**
1505	Floodway		
1505	Railway Crossing		CAUTION
1506	Floodway		
1506	Sign: Kulgera 260	Kulgera 260 Km	
1508	Roe Creek	bridge	
1509	Speed Limit 110 Km/h		
1509-1513	Floodways		
1510	Cattle yards	on right	
1514	Correctional Centre (Jail)	t/o on right	(where your SUN licence plates were made!)
1514 - 1517	Floodways		
1515	Speed Limit 130 Km/h		
1516	Sign: KU 250		
1521			
1526	Sign: KU 240		
1528	Solar panels	on left	
1531	Truck parking bay	on left	No camping
1535	Orange Creek	bridge	
1544	Floodway		

1546	Sign: KU 220			
1556	Mt Polhill rest area	on right	water	
1561	Owen Springs Reserve	t/o on right		
1564	Solar panels	on left		
1569	Rainbow Valley	t/o on left		
1576	Sign: KU 190			
1577	Truck parking bay	on right		
1583	**STUARTS WELL**	roadhouse services	On right	Shell
1587	Hugh River	Bridge		
1588	Orange Creek H/S	t/o on left		
1589	Cannonball Run Memorial	on left		
1593	Maryvale	t/o on left		
1596	Sign: KU 170			
1602	Truck parking bay	on right		
1605	Solar panels	on left		
1606	Sign: KU 160			
1611	Maloney Creek	bridge		
1616	Sign: KU 150			
1617	Finke rest area	on left	toilets	
1617	Finke River Bridge			
1617	Finke River	bridge		
1621	Airstrip on left	Henbury Station		
1622	Kings Canyon	t/o on right		
1626	Sign: KU 140			
1636	Sign: KU 130			
1640	Truck parking bay	on right		

DO NOT STOP ON THE ROAD

Approx Km from start			
1642	Palmer River	bridge	
1645	Solar panels	on left	
1646	Sign: KU 120		
1656	Sign: KU 110		
1659	Desert Oaks rest area	on right	water
1661	Salt Creek	bridge	
1664	Truck parking bay	on left	Kronenburg?
1666	Sign: KU 100		
1676	Sign: KU 90		
1678	Idracowra station	t/o on left	
1686	Sign: KU 80		
1690	Speed limit 100 Km/h		
1691	Speed limit 80 Km/h		
1691	Radio tower		
1691	**ERLDUNDA**	**Roadhouse Services, Telstra mobile**	
1692	Speed limit 100 Km/h		
1692	Uluru-KataTjuta (Ayers Rock)	t/o on right	
1692	Speed limit 100 Km/h		
1693	Sign: Kulgera 73		
1694	Airstrip	on left	
1694	Speed limit 130 Km/h		
1696	Sign: KU 70		
1706	Sign: KU 60		
1709	Lyndavale	t/o on right	
1710	Truck Parking bay	on left	
1716	Sign: KU 50		
1726	Sign: KU 40		
1736	Sign: KU 30		
1743			
1746	Sign: K 20		
1752	Kalamurta Creek	good campsite	On left
1754	Solar panels	on left	
1756	Sign: K 10		
1766	**Kulgera Control Stop**		

Control Stop 6

S25°50'20.8
E133°18'56.6

(S25.83911
E133.31572)
Official: Barry Lang

Control stop times

Open:
09:00 Tues 8th Oct

Official Close:
13:30 Wed 9th Oct
(Regulation 6.35)

Approx Km from start	BEWARE OF FATIGUE – a slow radio response can be first sign !	
1767	Sign: SA Border 20 Km	
1771	Parking area	on right
1775	Truck parking bay	on right
1782	Mt Cavanagh Station	t/o on right
1785	Victory Downs Station	t/o on right
1786	Sign: Marla 160	
1787	Parking area	on right

1786	**State Border**	**NT/SA**	**Info bay on right**
1787.0	Speed Limit 110 Km/h		**Observer Timing Point**

N.B. The default speed limits in SA are 100Km/h (country) and 50Km/h (towns) unless otherwise stated
From this point the Sign ⃠ means 100 Km/h

Time: Civil time in South Australia (ACDT) is 1 hour ahead of NT. The on-road element of the event will continue in event time. Activities in Adelaide will observe civil time. For the purposes of these route notes, both will be shown.

1792	Tourist Sign	
1793	Cattle grid	
Highway Marker		In South Australia, Highway Markers are used by the Emergency Services – look for a post with a white marker about 10 mtrs off the road. Markers are 1Km apart.
1796	Sign: M 149	Marla 149 Km
1806	Sign: M 139	
1807	Highway marker 20	
1807	Speed Limit 110 Km/h	
1809	Narrow Bridge	
1815	Next phone 10 Km	
1816	Sign: M 129	
1817	Highway marker 30	
1818	Solar panels	
1820	Sign: Marryat rest area 5 Km	
1825	Marryat Creek	Bridge
1825	Marryat Rest Area	Emergency telephone
1826	Sign: M 119	
1827	Highway marker 40	
1830	Grid	
1835	De Rose Hill Station	t/o on left
1836	Sign: M 109	
1837	Highway marker 50	
1837	Cattle grid	
1838	Eateringinna Creek	Bridge
1842	Cattle grid	

DRINK PLENTY OF WATER

Approx Km from start			
1846	Sign: M 99		
1847	Highway marker 60		
1849	Cattle grid		
1853	Cattle grid		
1856	Sign: M 89		
1857	Highway marker 70		
1860	Agnes Creek Parking bay	on left	
1860	Agnes Creek	bridge	
1862	Cattle grid		
1866	Sign: M 79		
1867	Highway marker 80		
1869	Cattle grid	Granite Downs Stn	
1876	Sign: M 68		
1877	Highway marker 90		
1878	Airstrip	on left	
1878	Tarcoonyinna Creek	bridge	
1881	Cattle grid		
1883	Solar panels	on left	
1884	Railway bridge		
1886	Sign: M 59		
1887	Highway marker 100		
1891	Parking bay on left		
1896	Sign: M 49		
1897	Highway marker 110		
1900	Cattle grid		
1901	Granite Downs H/S	t/o on left	
1903	Indulkana Creek	bridge	
1906	Sign: M 39		
1907	Highway marker 120		
1909	Cattle grid		
1916	Sign: M 29		
1917	Highway marker 130		
1923	Cattle grid	Wellbourne Hill Stn	
1926	Sign: M 19		
1827	Highway marker 140		
1837	Highway marker 150		
1941	Mintabie opal field	t/o on right	
1944	Traffic Monitor		
1945	Quarantine Bin	Eat your fruit first!	
1945	**MARLA BORE**	Roadhouse	Telstra Mobile
1945	Cattle Grid		
1945	Oodnadatta Track	t/o on left	
1946	Speed limit 110 Km/h		
1946	Wallatinna airstrip		
1947	Highway marker 160	on right	
1949	Cattle Grid		
1955	Sign: CP 223	Coober Pedy 223 Km	

SPREAD OUT TEAM VEHICLES – NO CONVOYS

Approx Km from start			
1957	Highway marker 170		
1957	Cattle Grid		
1965	Sign: CP 213		
1967	Highway marker 180		
1972	Cattle grid	Wintinna Stn	
1973	Camp area	on right	
1975	Sign: CP 203		
1977	Highway marker 190		
1979	Parking bay	on right	
1985	Sign: CP 193		
1987	Highway marker 200	on right	Camp area
1988	Cattle grid		
1993	Wintinna Creek	bridge	
1995	Sign: CP 183		
1997	Grid		
1998	Tower Creek	bridge	
2002	Solar panels	on left	
2004	Wintinna H/S	t/o on left	
2005	Sign: CP 173		
2007	Highway marker 220		
2007	Cattle grid		
2013	Apreetinna Creek	bridge	
2016	Cattle grid		
2017	Highway marker 230		
2021	Sign: Cadney Park 5		
2024	Cattle grid		
2025	Sign: CP 153		
2025	**CADNEY HOMESTEAD**	All Roadhouse Services Fuel campsite, pool, motel etc	
2026	Speed Limit 110 Km/h		
2027	Highway marker 240		
2027	Mt Willoughby Station	t/o on left	
2032	Cattle grid		
2035	Sign: CP 143		
2037	Highway marker 250		
2038	Cattle grid		
2045	Sign: CP 133		
2046	Cattle grid		
2047	Highway marker 260		
2051	Cattle grid		
2055	Sign: CP 123		
2055	Terminos Creek	bridge	
2055	Radio tower	on right	
2057	Highway marker 270		
2065	Sign: CP 113		
2067	Highway marker 280	Cattle grid	

Approx Km from start	DO NOT PARK ON THE ROAD		
2075	Sign: CP 103		
2077	Highway marker 290		
2082	Cattle grid		
2085	Sign: CP 93		
2086	Rest area	on right	
2087	Highway marker 300		
2089	Pootnoura Channel No 3	bridge	
2091	Radio tower	on right	
2094	Pootnoura Channel No: 2	bridge	
2095	Sign: CP 83		
2096	Pootnoura Channel No: 1	bridge	
2096	Highway marker 310		
2098	Sign: Pootnoura 5 Km		
2103	Pootnoura rest area	on left	Emergency phone
2105			
2106	Highway marker 320		
2115	Sign: CP 63		
2116	Highway marker 330		
2120	Solar panels	on left	
2125	Sign: CP 53		
2126	Highway marker 340		
2135	Sign: CP 43		
2136	Double cattle grid (Dog Fence) at 7000km it is the worlds longest fence The Dog Fence keeps wild dogs (dingos) out of the sheep country to the south		
2136	Highway marker 350	Mt Clarance Stn	
2138	Bridge		
2145	Sign: CP 33	Opal fields	
2146	Highway marker 360		
2148	Mt Clarence H/S	t/o on right	
2155	Sign: CP 23		
2155	Cottonbush Creek	Bridge	
2156	The Breakaways	t/o on left	
2156	Highway marker 370		
2160	Fourteen Mile Field	t/o on left	
2165	Sign: CP 13		
2166	Highway marker 380		
2174	Truck parking bay	on right	
2174	Mabel Creek H/S	t/o on right	
2175	Sign: CP 3	Airstrip	On right
2176	Oodnadatta track	t/o on left	
2176	Highway marker 390		
2178	Coober Pedy / Oodnadatta	t/o	Flat Hill Road

Approx Km from start	
2170	TURN LEFT Huchinson Street
2171	**Turn Left into Control Stop**

Coober Pedy Control Stop **Coober Pedy Oval**

Control Stop 7

S29°00'39.8
E134°45'16.8

(S29.01106
E134.75467)

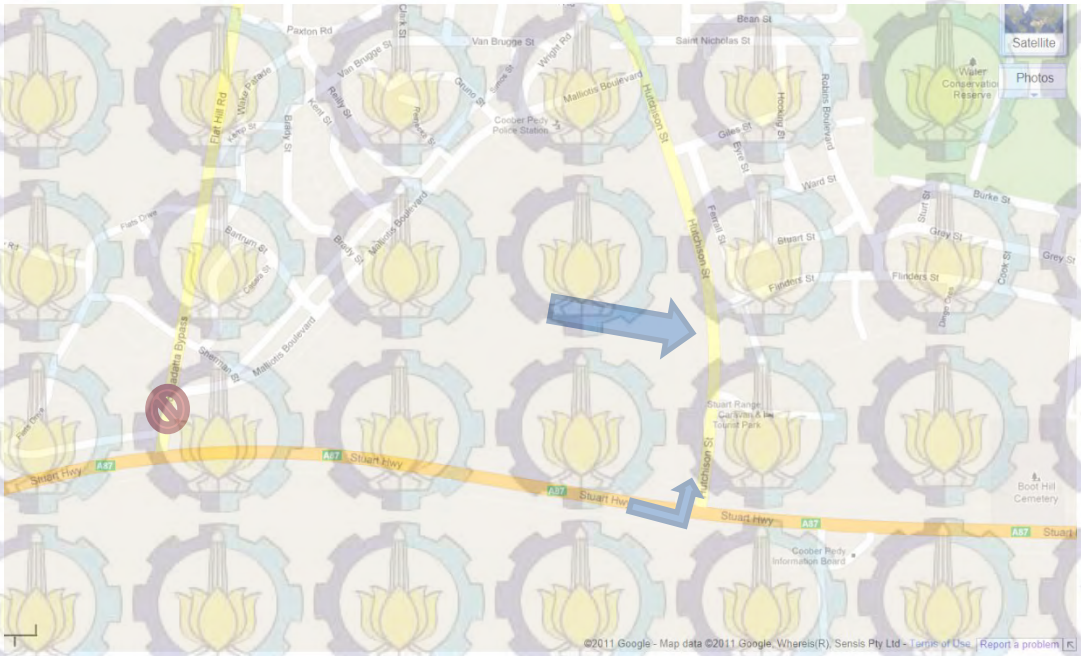
Official: Neil Burman

Open:
13:00 event (14:00 civil)Tue 8th

Official Close:
11:20 event (12:20 civil) Thurs 10th
(Regulation 6.35)

Event time: AEST (UTC+9½)

Civil time: ACDT (UTC+10½)
See note on P18



DRINK PLENTY OF WATER

Approx Km from start			
2181	Parking bay	on right	Truck on pole
2182	Speed Limit 110 Km/h		
2182	Sign: Monument on left		
2183	William Creek	t/o on left	
2187	Sign: G 252	Glendambo 252 Km	
2188	Highway marker 400		
2190	Monument on left		
2198	Highway marker 410		
2207	Sign: G 232		
2208	Highway marker 420		
2216	Cattle grid – Ingomar Station		
2217	Sign: G 212		
2218	Highway marker 430		
2225	Parking bay	on left	
2227	Sign: G 202		
2228	Highway marker 440		
2231	Track	on right	
2235	Stack large tyres	on left	
2238	Sign: G192		
2244	Track	on right	
2247	Sign: G 182		
2248	Cattle grid & Highway marker 460		
2249	Brumby Creek	bridge	
2257	Sign: G 172		
2260	Ingomar H/S	t/o on right	
2259	Prominent Hill Mine	t/o on left	
2265	G 162		
2269	Ingomar rest area	on right	Emergency phone
2274	Cattle grid		
2278	Highway marker 490		
2283	Old Peake Creek	bridge	
2286	Dresley Creek	bridge	
2287	Cattle grid – Twins station		
2288	Highway marker 500		
2289	McDouall Peak Station	t/o on right	
2290	Mirikata H/S	t/o on left	
2293	Parking Bay	on left	
2295	Cattle grid		
2298	Highway marker 510		
2298	G132		

Approx Km from start	SPREAD OUT TEAM VEHICLES – NO CONVOYS		
2305	The Twins H/S	t/o on left	
2306	Cattle grid	Bulgunnia Stn	
2306	Parking bay	on left	
2308	Sign: G 122		
2312	Highway marker 520		
2313	Cattle grid		
2318	Sign: G 112		
2318	Highway marker 530		
2321	Commonwealth Hill	t/o on right	
2322	Cattle grid	Mt Eba Stn	
2327	Airstrip warning		
2327-2329	This section of road is an emergency airstrip for the Flying Doctor		
2329	Sign: G 102		
2334	Radio tower	on right	
2338	Highway marker 550		
2346	Cattle grid		
2347	Bon Bon rest area	on left	Emergency phone
2348	Highway marker 560		
2349	Sign: G 82		
2355	Mt Eba	t/o on left	
2358	Parking bay		
2358	Highway marker 570		
2359	Sign: G 72		
2368	Parking bay	on right	
2368	Highway marker 580		
2369	Solar panels	on right	
2370	Sign: G 62		
2378	Highway marker 590		
2380	Kingoonya	t/o on right	
2380	Sign: G 52	Wirrula t/o	
2382	Cattle grid		
2386	Radio tower	on right	
2388	Highway marker 600		
2389	Sign: G 42		
2398	Highway marker 610		
2401	Sign: G 32		
2402	Cattle grid		
2404	Parking bay	on left	
2408	Highway marker 620		
2409	Sign: G 22		
2413	Cattle grid – Coondambo Station		
2415	Cattle grid		
2418	Highway marker 630		
2420	Sign: G 12		
2422	Mt Vivian H/S	t/o on left	
2423	Parking bay	on left	

Approx Km from start		
	BEWARE OF FATIGUE – a slow radio response can be first sign !	
2427	Cattle grid	
2428	Highway marker 640	
2431	Tarcoola t/o	on right
2432	**Glendambo Control Stop**	

Control Stop 8

S30°58'11.5"
E135°44'56.4"

(S30.96986
E135.14900)

Official: Gary Beelitz

Open:
09:20(10:20civil)
Tue 8th

Official Close:
16:00 event (17:00 civil) Thurs 10th
(Regulation 6.35)

Roadhouse services
Mobil / BP
Pool / shop / camp
Motel etc.

Telstra Mobile

GIVE ROOM TO ROAD TRAINS

Approx Km from start			
2432	Rejoin Stuart Hwy	turn left	
2433	Speed Limit Sign: 110 Km/h		
2437	Cattle grid		
2438	Highway marker 650		
2441	Sign: PI 103	Pimba 103 Kms	
2443	Cattle grid		
2444	Railway bridge		
2445	Sign: P98		
2448	Highway marker 660		
2451	Cattle grid		
2452	Sign: PI 93		
2455	Parking bay	on right	
2458	Highway marker 670		
2457	Cattle grid		
2461	Sign: PI 83		
2462	Cattle grid		
2467	Cattle grid	Wirraminna Station	
2468	Highway marker 680		
2470	Solar panels	on left	
2471	Sign: PI 73		
2477	Cattle grid		
2478	Highway marker 690		
2481	Sign: PI 63		
2486	Wirraminna H/S	t/o on right	
2488	Highway marker 700		
2491	Sign: PI 53		
2498	Highway marker 710		
2500	Parking bay	on left	
2501	Sign: PI 43		
2502	Lake Hart	on left	
2504	Parking bay	Lake Hart rest area	On left
2508	Highway marker 720		
2510	Parking bay	on right	
2512			
2513	Eucolo Creek	bridge	
2520	Cattle grid	Arcoona Stn	
2521	Parking bay	on right	
2522	Sign: PI 23		
2523	Parking bay	on right	
2527	Sign: PI 18		
2528	Highway marker 740		
2531	Cattle grid		
2536	Sign: PI 8		
2538	Highway marker 750		
2542	Cattle grid		
2544	Pimba / Woomera	t/o on left	Pimba services

Approx Km from start	GIVE WAY IF BEING OVERTAKEN		
2545	**Speed Limit Sign: 110 Kmh**	**OBEY SPEED LIMITS**	
2547	Cattle grid		
2548	Highway marker 760		
2548	Sign: PA 167	Port Augusta 167 Km	
2556	Cattle grid		
2558	Radio tower	on right	
2558	Highway marker 770		
2561	Parking bay	on right	
2561	Caution – Police speed check area – 110 Kmh limit		
2563	Sign: PA 152		
2566	Railway overpass		
2568	Highway marker 780		
2571	Wirrappa R/S	t/o on right	
2572	Cattle grid	Oakden Hills Station	
2578	Highway marker 790		
2578	Sign: PA 137		
2579	Cattle grid		
2582	Mt Gunson mines	t/o on left	
2584	Cattle grid		
2585	Sign: PA 132		
2588	Highway marker 800		
2595	Sign: PA 122		
2595	Cattle grid		
2598	Highway marker 810		
2601	Parking bay	on right	
2605	Sign: PA 112		
2605	Oakden Hills H/S	t/o on right	
2606	Woocalla Creek		
2608	Highway marker 820		
2610	Sign: PA 107		
2610	Salt lakes	Left and right	Ironstone Lagoon
2614	Parking bay	on right	
2615	Sign: PA 102		
2617	Cattle grid		
2618	Highway marker 830		
2620	Sign: PA 97		
2622	Parking bay	on left	
2625	Sign: PA 92		
2628	Highway marker 840		
2630	Sign: PA 87		
2631	Parking bay	on right	
2632	Cattle grid		
2635	Sign: PA 82		

SAFETY – FIRST SECOND & THIRD

Approx Km from start			
2636	Parking bay	on right	
2637	Pernatty Station	t/o on left	
2638	Highway marker 850		
2640	Sign: PA 77		
2641	Cattle grid		
2645	Sign: PA 72		
2647	Cattle grid		
2648	Highway marker 860		
2650	Sign: PA 67		
2651	Kootaberra H/S	t/o on left	
2655	Ranges view rest area	on right	Toilets, water, lights
2656	Cattle grid		
2658	Highway marker 870		
2660	Sign: PA 57		
2663	Cattle grid		
2665	Rail crossing		Water
2666	Yudnapinna H/S	t/o on right	
2668	Highway marker 880		
2670	Sign: PA 47		
2672	Parking bay	on right	
2674	Cattle grid		
2675	Sign: PA 42		
2677	Causeway start		
2678	Highway marker 890		
2680	Sign: PA 37		
2682	Parking bay	on left	
2683	Cattle grid		
2685	Sign: PA 32		
2688	Highway marker 900		
2689	Radio tower	on right	
2690	Sign: PA 27		
2691	Cattle grid		
2695	Sign: PA 22		
2697	Cattle grid		
2698	Highway marker 910		
2705	Cattle grid	**Sign PA 12**	
2707	Corraberra H/S	t/o on right	
2708	Cattle grid		
2708	Highway marker 920		
2710	Sign: PA 7		
2712	Yorkey's crossing	t/o on left	
2712	Sign: PA 5		
2713	Speed limit 80 Km/h	Entering Port Augusta urban area	
2713	Speed limit 60 Km/h		

Extreme caution required from this point on. Traffic conditions will change quickly.
Proceed with caution through urban areas. Control Stop is on south side of town.

Approx Km from start		
2714	**TURN LEFT**	Highway One
2714.2	Service Station (Shell)	on left
2714.3	Pedestrian Lights	
2714.6	Traffic Lights	Straight on
2714.9	**Bridge**	
2715.5	Town Centre	t/o on right
2715.8	Traffic Lights	Straight on
2716.3	Traffic Lights	Straight on
2716.5	Left lane ends	caution
2717.6	Railway overpass	
2717.9	Divided road	
2718.4	Speed limit 80 Km/h	
2718.8	Large body of water on left – prepare to stop at BP services	
2719	**Port Augusta Control Stop**	BP PORT AUGUSTA TRUCK STOP

Control Stop 9

S32 30'33.1"
E137 47'48.2"

(S32.50919
E137.79672)

Official:
Brendan Kealy

Open: 12:00 event (13:00 civil) Wed 10th

Official Close:
12:50 event (13:50 civil)
Fri 11th Oct (Regulation 6.35)

Congratulations you have crossed the continent !

SA Police have advised that solarcars must not use the road south of Port Augusta from Saturday 12 October Solarcars already running south of this point must trailer from this time.

Approx Km from start	TAKE EXTRA CARE – GIVE WAY TO OVERTAKING TRUCKS		
2720	Rejoin Stuart Hwy	turn left	
2721	Speed limit 100 kmh		
2721	Port Augusta Jail		
2722	Railway Bridge		
2725	B83 Quorn	t/o left	
2726	Divided Road ends		
2726	Highway Marker 10		
2726	Bridge		
2727	Sign PG 59	Port Germain	
2732	Power lines cross		
2732	Power lines Very Cross !!		
2736	Highway Marker 20		
2737	Overtaking lane begins		
2737	Sign PG49		
2738	Overtaking lane ends		
2739	Rest Area	On left	
2739	B56 Wilmington	t/o Left	(to Sydney)
2742	Sign PG44		
2744	Overtaking lane begins		
2746	Overtaking lane ends		
2747	Sign PG39		
2751	Highway Marker 35		
2751	Sign PG34		
2756	Overtaking lane begins		
2756	Sign PG29		
2757	Overtaking lane ends		
2761	Highway Marker 45		
2762	Sign PG24		
2764	Mambray Creek Rest Area	On left	
2766	Highway Marker 50		
2767	Sign PG19		
2771	Overtaking lane begins		
2772	Overtaking lane ends		
2773	Baroota	t/o on right	
2776	Highway Marker 60		
2777	Sign PG9		
2778	Rest Area	On right	
2781	Rail Overpass		
2782	Sign PG4		
2784	Murraytown	t/o left	
2785	Port Germain	t/o right	
2786	Highway Marker 70		
2788	Rest Area	On left	
2789	Overtaking lane begins		
2790	Overtaking lane ends		

Approx Km from start	DUAL CARRIAGEWAY _ KEEP TO LEFT	
2791	Highway Marker 75	
2791	Telowie Gorge	t/o left
2796	Highway Marker 80	
2796	Telowie Gorge	t/o left
2798	Sign PP11	Port Pirie 11 km
2799	Overtaking lane begins	
2800	Overtaking lane ends	
2801	Speed limit 100kmh	Careful !
2803	B89 Pt Pirie	t/o right
2806	Highway Marker 90	
2807	BP Servo	On left
2808	Speed 110 kmh	
2810	Sign CB19	Crystal Brook 19 Km
2810	Mobil Service Station	On left
2812	Speed Limit 80kmh	Warnertown
2812	Warnertown	
2812	Speed Limit 110kmh	
2814	Overtaking lane begins	
2816	Highway Marker 100	
2816	Overtaking lane ends	
2817	B79 Gladstone	t/o left
2819	Sign CB9	
2820	Overtaking lane begins	
2823	Overtaking lane ends	
2825	B64 Crystal Brook	t/o left
2826	Highway Marker 110	
2826	Rail Overpass	
2828	Bridge	Crystal Brook Creek
2830	Overtaking lane begins	
2832	Overtaking lane ends	
2834	Rest Area	On left
2835	Narrow bridge	
2836	Highway Marker 120	
2839	Pt Broughton	t/o right
2839	Broughton River bridge	
2841	Highway Marker 125	
2844	Sign R9	Red Hill
2846	Highway Marker 130	
2847	Overtaking lane begins	
2848	Overtaking lane ends	
2851	Highway Marker 135	
2853	Redhill	t/o left
2853	Overtaking lane begins	
2856	Highway Marker 140	
2856	Overtaking lane ends	

Approx Km from start			
2857	Sign S23	Snowtown	
2861	Rest Area	On left	
2862	Sign S18		
2866	Highway Marker 150		
2872	Overtaking lane begins		
2872	Sign S8		
2873	Overtaking lane ends		
2876	Highway Marker 160		
2876	Trucking Rest Area	Left	
2879	BP Service Station	On Right	
2880	Brinkworth	t/o left	
2881	Snowtown	t/o left	
2885	Overtaking lane begins		
2887	Overtaking lane ends		
2891	Highway Marker 175		
2894	Loch Ness Monster	On left	
2897	Speed 80kmh		
2898	Lochiel	Township	facilities
2899	Speed 110 kmh		
2901	Rest Area	left	
2902	Overtaking lane begins		
2903	Overtaking lane ends		
2906	Highway Marker 190		
2907	Balaklava	t/o left	
2913	Sign PW12	Port Wakefield	
2916	Highway Marker 200		
2917	Overtaking lane begins		
2919	Overtaking lane ends		
2923	Sign PW 7		
2926	Highway Marker 210		
2927	Traffic merging from Right	CAUTION	
2928	Sign PW2		
2928	Speed 80 kmh		
2929	Speed 50 kmh		
2929	Port Wakefield	All facilities	
2930	Speed 80kmh		
2930	Cable Lane Barrier		
2931	Speed 110 kmh		
2932	2 lane divided Highway to Adelaide		Remain Careful
2936	Highway Marker 220		
2938	Sign D26	Dublin	
2940	Parking Bay	left	
2943	Sign: D 21		
2942	Avon	t/o on left	
2948	Sign: D 16		
2948	Wild Horse Plains	t/o on left	

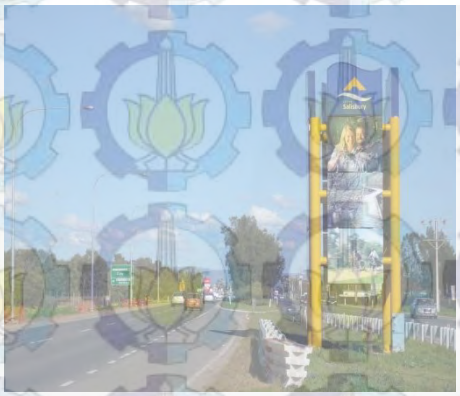
Approx Km from start			
2949	Sign: D 11 and Adelaide 76		
2950	Long Plains		
2957	Highway marker 241		
2957	Windsor	t/o on right	
2960	Port Parham	t/o on right	
2961	Dublin	t/o on right	
2966	Highway marker 250		
2970	Sign: TW 12	Two Wells	
2973	Lower Light	t/o on right	
2974	Lower Light	t/o on right	
2975	Sign: Adelaide 48		
2977	Porter Road	t/o on left	
2980	Sign: TW 2		
2981	Two Wells / Gawler	t/o on left	
2982	Two Wells	t/o on left	
2983	Sign: Adelaide 38		
2985	Port Gawler	t/o on right	
2987	Gawler River	Bridge	
2987	Highway Marker 277	(In Cable area of bridge)	
2989	Angle Vale Rd	t/o Left	
2990	Sign "Welcome to Adelaide"		
2993	McEvoy Rd	t/o Right	
2994	Ryan Rd	t/o right	"To Motor Racing Circuits"
2995	Road Sign Adelaide 26		
2996	Expressway Overpass		
2997	Mill Rd South	t/o Left	
2998	St Kilda Rd	t/o Right	
2998	**END OF TIMING**		

S34°43'37.8"
E138°34'51.4"
(S34.72717
E138.58094)

Open: 1300 (1400 civil) Wed 9th Oct
Close: 1700 (1600 civil Thurs 10th Oct

If unmanned, time to be noted by Observer

Official: Barry Frost (Chief Timekeeper)



Timing Point Only.

If this point is reached before 1500 (1600 civil) the solarcar must proceed into the finish line.

Arrival after this time, the course must be completed the following day (after 0900)

Between this point and finish line is COMPETITION NEUTRAL.

(another solar car may only be passed if it is unable to proceed in normal traffic)

Now entering Adelaide Metropolitan Area – Extreme Caution

2998	Highway marker 288	
2999	Traffic Lights	Angle Vale t/o

Approx Km from start			
3002.6	Traffic Lights	Bolivar t/o	BP Stn on left
3002.9	Speed limit 90 Km/h		
3003.7	Weighbridge	On left	
3005.3	Globe Derby Park	On right	
3006.4	Traffic Lights	Gillespie St	
3007.1	Speed limit 90 Km/h		
3007.6	Traffic Lights – Salisbury overpass	**Use left lanes only**	
3007.9	**Speed limit 80 Km/h**		
3009.4	Speed limit 70 Km/h		
3009.9	Traffic Lights	In right lane only	
3010.9	Speed limit 70 Km/h	Left lane	
3011.6	Speed limit 60 Km/h	Move to centre lane	
3011.9	Traffic Lights - major intersection (Gepps Cross)	Straight ahead	**Do not use left lane**
3012.7	Traffic Lights		
3014.8	Traffic Lights – Regency Road	Straight ahead	
3015.1	Pedestrian Lights	Sefton Plaza	
3015.2	Traffic Lights	Straight ahead	
3015.9	Pedestrian lights		
3016.3	Pedestrian Lights		
3016.8	Do not use left lane		
3017.1	Traffic Lights	Bear Right 30°	On Main North Rd
3017.9	Traffic Lights Fitzroy Terrace Do not use outside lanes		
3018	Speed Limit 50 kph		
3018.3	Traffic lights - Barton Tce	Bear Left 30°	Use left lane
3018.8	Traffic Lights – Tynte St	Straight on	
3018.9	Traffic Lights – Archer St	Straight on	
3019.1	Traffic Lights – Ward St	Straight on	
3019.2	Traffic Lights – Brougham Place	Straight on	King William Rd
3019.6	Traffic Lights – Kermode St	Straight on	
3020.1	Traffic Lights – Memorial Drive	Follow instructions	

ALL SUPPORT VEHICLES Turn Left. Proceed to parking area (on right).

SOLARCAR cross junction and stop in holding bay (on left)

Solarcar waits for team members to join shuttle bus. Shuttle bus becomes lead vehicle, Solarcar to follow, marshal becomes chase car.

Solarcar and team to then proceed to Victoria Square under Marshals instructions.

3020.6	Traffic Lights - North Terrace		King William St
3020.8	Traffic Lights - Hindley Street	On right	
3020.9	Traffic Lights - Grenfell Street	On left	
3021.1	Traffic Lights - Pirie Street	Turn Left	
3022	**Hindmarsh Square Finish Line**		

All solarcars and their teams are invited to have 20 minutes under the finish arch for team photographs. Local community groups with national connections to participating teams have been invited to welcome teams.

See event program for 'Finish Line' activities

Important notice regarding Parking / Pack down

The Organisers are aware of the potential for congestion at Torrens Parade Ground.

Alternative arrangements will be advised as necessary

Finish Line

Solarcars will be on display from 0900 to 1700 each day after their arrival until 1500 Sunday 23 October (24 hour security will be in place).

Teams are encouraged to provide display materials, and a team member(s) to answer questions.

Team vehicles may be parked at Torrens Parade Ground. A free shuttle bus will operate between Torrens Parade Ground and the Finish Line during display hours. Any team with special needs should contact the organisers.

Solar Cars may be packed up on From 1500 Sunday 23 October.

Support Vehicle Parking will be available on Torrens Parade Ground for 3 days after the finish.

Rubbish bins will be provided. Any surplus equipment can be donated to Scouts/schools via the event office.

Camping is not permitted at Torrens Parade Grounds or in Adelaide Parklands. SA Visitor Information Centre will advise on suitable campsites and accommodation.

All vehicles and equipment must be cleared by 1200 Wednesday 26 October.

Regulations worth repeating

Participants should be conversant with all regulations

At overnight stops, team activities and all vehicles must be parked a **minimum of 10 metres from the edge of the road.**
If the Entrant's overnight camp is not immediately adjacent to the road, a marker cone must be placed on the roadside adjacent to the entry leading to the camp.
When stopped and parked, all wheels of all vehicles shall be clear of the road.

Any team that has missed a Control Stop must reach the next Control Stop whilst it is open. Any team missing (or for whom it is clear will miss) two consecutive control stops must contact Mission Control.

Any team that has trailered their solar car forward may only rejoin the route under the direction of the Red Shirt.

Vehicles associated with the Entrant must not obstruct participating solarcars or escort vehicles. All vehicles (with the exception of the pilot vehicles) must maintain a minimum distance of 500m from the competing solar car and each other whilst travelling on the open road so that vehicles can be safely overtaken one at a time – NO CONVOYS

CB Radio

UHF Channel Guide

Australian UHF CB is a very useful feature, however its largely unregulated use means that, unfortunately, in urban areas it can be subject to abuse. Do not let this put you off the benefits that can be gained in the desert where, depending on terrain, ranges of 20 Km are not uncommon.

There are not enough channels to provide a definitive channel allocation to each team. This document is therefore designed to outline the available channels and their established uses.

Channel Allocations *must be displayed on rear of vehicles*

The event will attempt to identify those vehicles which may be travelling at similar speeds and suggest channels which will minimise interference between teams.

There will, at times, be other traffic on 'your' channel. If such interference becomes a bother to you – change channel (and adjust your channel sticker to show the channel you are using.)

Channels 1-8 and 31-38 are repeater channels. If your radio has a repeater (or duplex) function, unless you are attempting to access a repeater make sure 'dup' or 'rep' functions are turned off.

Channel 5 is an emergency call channel – Do not use it for anything else.

Channel 10 is often used by 4WD folks.
Channel 11 is supposed to be the calling channel (rarely used)
Channel 18 is often used by caravanners.
Channel 22 and 23 are supposed to be telemetry only channels

Channel 30 – Event Officials

Channel 40 - Highway, or truckers channel. Use it to ask permission to overtake – especially road-trains. You will generally find them responsive to such requests. It is a good idea to monitor ch40 (put it in your scan list). Slower teams will find it useful to respond to truckers requests to overtake them. Don't hold up trucks with convoys! Be courteous and give way to them.

That leaves the 19 channels for general use
9,12,13,14,15,16,17,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,39.

Notes

Mission Control 0400 570 038 (+61 400 570 038)

EMERGENCYTELEPHONE DIRECTORY

EMERGENCY 000

NOTE : If using a satellite telephone with an international code (e.g +8816) direct dial using country code (+61) in place of '0'

Know where you are before making the call !

NT Police +61 8 8922 1501 SA Police +61 8 8207 5908

Ambulance		Hospitals	
NT		**NT**	
Darwin	(08) 8922 6200	Darwin	(08) 8922 8888
Katherine	(08) 8973 8535	Katherine	(08) 8973 9211
Tennant Creek	(08) 8962 1144	Tennant Creek	(08) 8962 4399
Alice Springs	(08) 8951 6616	Alice Springs	(08) 8951 7777
SA		**SA**	
Marla	(08) 8670 7172		
Coober Pedy	(08) 8672 5666	Coober Pedy	(08) 8672 5009
Woomera	(08) 8673 7222	Woomera	(08) 8673 7788
		Port Augusta	(08) 8648 5500
		Port Pirie	(08) 8638 4500
Adelaide	(08) 8274 0444	Royal Adelaide	(08) 8222 4000

Police – Direct Lines

Emergency: NT Control Room 08 8922 1501 or SA Control Room 08 8209 4455

Darwin	(08) 8901 0200	Ti Tree	(08) 8956 9733
Berrimar	(08) 8922 1560	Alice Springs	(08) 8951 8822
Adelaide River	(08) 8976 7042	Kulgera	(08) 8956 0974
Pine Creek	(08) 8976 1255	Marla	(08) 8670 7006
Katherine	(08) 8973 8000	Coober Pedy	(08) 8672 5056
Mataranka	(08) 8975 4511	Woomera	(08) 8673 7244
Elliott	(08) 8969 2010	Port Augusta	(08) 8648 5020
Tennant Creek	(08) 8962 4444	Port Pirie	(08) 8638 4000

South Australia (non life threatening) 131 444 or (08) 8209 4488

BIODATA PENULIS

Siti Choirun Nisa dilahirkan di Tulungagung, 11 Januari 1991. Anak pertama dari Mochammad Aksin dan Andriani. Nisa menyelesaikan masa studi sekolah dasar di SDN Kampungdalem 01 Tulungagung pada tahun 2003, dilanjutkan ke SMPN 1 Tulungagung lulus pada tahun2006 dan SMAN 1 Boyolangu Tulungagung lulus pada tahun 2009.

Selepas SMA penulis melanjutkan studinya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Mesin pada tahun ajaran 2009/2010. Selama kuliah di ITS penulis aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Mesin dan Mesin ITS Autosport. Tidak hanya itu penulis juga sukses mengaakan kompetisi mobil irit nasional (*Indonesia Energy Marathon Challenge* 2012) dan juga telah bergabung dalam tim mobil surya ITS yang telah berkompetisi di Australia pada *World Solar Challenge 2013* serta turut aktif dalam tim Molina (Mobil Listrik Nasional) ITS. Di teknik mesin penulis memilih untuk masuk Laboratorium Otomasi dan mengerjakan tugas akhir dengan topic Pemodelan dan Simulasi dibawah bimbingan Dr. Muhammad Nur Yuniarto. Pada tahun September 2014 penulis menyelesaikan studi S1-nya