

“Saya akui bahawa saya telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Rekabentuk & Inovasi)”

Tandatangan :
Nama Penyelia :
Tarikh :

**REKABENTUK DAN ANALISIS SISTEM PENGHANTARAN KUASA
KENDERAAN INDUSTRI YANG BERANTAI**

RAZALI BIN ABD RAHIM

**Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Rekabentuk & Inovasi)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

MAY 2008

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang
tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :
Nama Penulis :
Tarikh :

DEDIKASI

Untuk ayah dan ibu yang tersayang yang berkorban segalanya demi kegemilangan anak tersayang. Untuk pensyarah yang berkorban masa dan tenaga untuk membimbing anak bangsa. Untuk kawan-kawan yang sama-sama berjuang demi kecemerlangan dan kegemilangan. Hasil kerja ini untuk semua. Semoga kita semua berjaya didunia dan di akhirat sana.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan ikhlas kepada penyelia PSM I, En Shamsul Anuar Shamsudin dan kepada penyelia PSM II, En Mohd Zakaria bin Mohammad Nasir atas bimbingan dan dorongan yang diberi sepanjang menjalankan Projek Sarjana Muda ini. Ribuan terima kasih juga kepada penyelia kedua PSM, Faizul Akmar bin Abdul Kadir kerana menyemak hasil kerja ini.

Kerjasama rakan-rakan Cik Nurbaiti Haneem, En Haniff, En Muzzamil, En Raphael dan En Radzi amatlah dihargai. Sokongan dan dorongan dari kalian akan dikenang selamanya.

Penghargaan juga ditujukan kepada semua yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung membantu menjayakan projek penyelidikan ini. Semoga apa yang dikaji di dalam laporan ini mendatangkan manfaat kepada semua. Semoga Allah merahmati kita semua dan UTeM akan terus cemerlang.

ABSTRAK

Kajian yang dijalankan di dalam Projek Sarjana Muda (PSM) ini adalah yang berkaitan dengan sistem penghantaran kuasa kenderaan industri yang berantai. Bidang kajian projek ini adalah melibatkan mesin '*Fire Fighter*' yang berada di Fakulti Kejuruteraan Mekanikal (FKM). PSM ini bertujuan mengkaji cara untuk meningkatkan kelajuan dan tindakbalas '*Fire Fighter*'. Cara penyelesaian yang digunakan didalam PSM ini adalah dengan merekabentuk semula sistem pergerakan '*Fire Fighter*' yang dijadikan kajian. Proses penyelidikan melibatkan pengkajian sistem yang menyerupai '*Fire Fighter*' ini. Setiap komponen yang berkaitan dengan sistem pergerakan akan dikaji. Analisis statik juga dilakukan untuk menguji komponen '*Fire Fighter*'. Komponen yang dianalisis adalah pemegang motor. Keputusan dari kajian ini adalah rekabentuk semula sistem pergerakan yang baru. Rekabentuk yang baru menggunakan 2 buah motor elektrik, rantai dan sproket sebagai medium penghantar kuasa dan pengawal motor yang akan menggantikan fungsi kotak transmisi.

ABSTRACT

Study conducted in this 'Projek Sarjana Muda' (PSM) is relate with crawler system of industry vehicle. Field of study in this project is involved with Fire Fighter machine in 'Fakulti Kejuruteraan Mekanikal' (FKM). Purpose of this study is to investigate the way to increase speed and response of Fire Fighter. Solutions that use in this study is redesign the movement system of Fire Fighter. Investigation process involve with detail investigation about system that nearly same with Fire Fighter. Every component that relate with movement system will be investigate and understand. Result of this study is redesigning the movement system. The new design will use 2 electric motor, chain and sprocket as a power transmit medium and motor controller that will take over the gear box function.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	<i>ABSTRACT</i>	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SIMBOL	xv
	SENARAI LAMPIRAN	xvi
BAB I	1.1 PENGENALAN	1
	1.2 LATAR BELAKANG	2
	1.2.1 Kenderaan berantai	2
	1.3 KENDERAAN INDUSTRI YANG MENGUNAKAN SISTEM BERANTAI	3
	1.3 OBJEKTIF	4
	1.4 SKOP	4

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB II	2.1 KAJIAN ILMIAH	5
	2.2 KOMPONEN ASAS KENDERAAN BERANTAI	5
	2.2.1 Rantai / Pencengkam.	5
	2.2.2 Transmisi	7
	2.2.3 Aci	8
	2.2.4 Motor Elektrik	8
	2.2.5 Roda / Sproket	12
	2.2.6 Roda Penyokong	13
	2.2.7 Bateri	13
	2.2.8 Chasis	16
	2.3 SEMAKAN TERHADAP KAJIAN- KAJIAN YG TERDAHULU	17
	2.3.1 ' <i>Vehicle Drive System</i> ' (Sistem Pemanduan Kenderaan)	17
	2.3.2 ' <i>Track Type Four Sprocket Wheel Drive Crawler Tractor</i> ' (Empat sprocket sebagai penggerak untuk traktor)	18
	2.3.3 ' <i>Endless Track Mechanism</i> ' (Mekanisma berantai)	19
	2.3.4 ' <i>Tracked Vehicle</i> ' (Jentera berantai / pencengkam)	20

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB III	3.1 PENYELIDIKAN PERINGKAT PERTAMA	21
	3.1.1 Mengumpul bahan rujukan dan maklumat berkaitan pembinaan sistem berantai.	21
	3.2 PENYELIDIKAN PERINGKAT KEDUA	22
	3.2.1 Meneliti masalah dan kekangan pada sistem berantai yang sedia ada.	22
	3.3 PENYELIDIKAN PERINGKAT KETIGA	23
	3.3.1 Menyelesaikan masalah yang berkaitan.	23
	3.3.2 Pengiraan untuk menentukan kelajuan sasaran sistem.	23
	3.4 PENYELIDIKAN PERINGKAT KEEMPAT	27
	3.4.1 Spesifikasi baru untuk sistem berantai yang lebih effisyen	27
	3.5 PENYELIDIKAN PERINGKAT KELIMA	28
	3.5.1 Ujian menentukan kestabilan dan kelajuan mesin	29
	3.5.2 Pengiraan daya kilasan motor.	34
	3.5.3 Peringkat rekabentuk.	43

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	3.5.4 Rekabentuk/susunatur sistem pergerakan baru ke dalam chasis asal.	45
	3.5.5 Kelebihan dan kekurangan rekabentuk baru	49
	3.5.6 Peringkat analisis.	51
BAB IV	4.1 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	60
	4.2 KEPUTUSAN AKHIR SPROKET PERGERAKAN YANG BARU.	60
	4.3 KEPUTUSAN ANALISIS	61
	4.4 KEPUTUSAN PEMILIHAN REKABENTUK YANG TERBAIK.	62
	4.5 PERBINCANGAN.	63
	4.5.1 Motor elektrik.	63
	4.5.2 Jenis rantai dan sproket.	64
	4.5.3 Bateri.	65
	4.5.4 Pengawal motor (<i>motor controller</i>).	66
BAB V	5.1 KESIMPULAN.	67
	5.2 CADANGAN	68
	RUJUKAN	70
	LAMPIRAN	71-100

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2-1	Perbandingan kelajuan dengan kutub motor.	11
3-1	Data ujian kelajuan 1.	30
3-2	Data ujian kelajuan 2.	30
3-2	Data ujian kelajuan 3.	30
3-4	Perbandingan jenis motor.	36
3-5	Pekali aplikasi.	38
3-6	Pekali baris rantai.	42
3-7	Perbandingan rekabentuk.	49
3-8	Matrik pemilihan rekabentuk.	50
3-9	Sifat material yang digunakan.	51
3-10	Keputusan analisis pemegang motor asal.	53
3-11	Keputusan analisis rekabentuk pemegang motor baru 1.	55
3-12	Keputusan analisis rekabentuk pemegang motor baru 2.	57
3-13	Keputusan analisis rekabentuk pemegang motor baru 3.	59
4-1	Keputusan akhir sistem.	60
4-2	Rumusan keputusan analisis.	61
4-3	Matrik pemilihan rekabentuk.	62
4-4	Maklumat motor elektrik.	63
4-5	Saiz aci, sproket dan jenis rantai.	64

SENARAI RAJAH

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
1-1	'Fire Fighter'.	2
1-2	Kenderaan industri yang berantai.	4
2-1	'Fire Fighter'	5
2-2	Contoh 'rubber track' dan 'steel track'.	6
2-3	Pelbagai variasi gear.	7
2-4	Binaan motor elektrik.	9
2-5	Ceraian komponen motor elektrik 1.	9
2-6	Ceraian komponen motor elektrik 2.	10
2-7	Pengawal motor (motor controller)	12
2-8	pelbagai variasi spoked pemandu.	12
2-9	Roda penyokong.	13
2-10	Contoh bateri.	13
2-11	Chasis 'Fire Fighter'.	16
2-12	Paten rujukan 1.	17
2-13	Paten rujukan 2.	18
2-14	Paten rujukan 3.	19
2-15	Paten rujukan 4.	20
3-1	Rumus pengiraan kuasa.	24
3-2	Penghantaran kuasa.	24
3-3	Rumus kelajuan, daya kilasan dan kuasa.	24

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
3-4	Gambarajah susunan mekanisma pergerakan.	25
3-5	Gambar ketika ujian sedang dijalankan.	29
3-6	Susunan ujian kelajuan	29
3-7	Susunatur rekabentuk sistem yang baru.	33
3-8	Gambar kelajuan sasaran dan daya yang bertindak.	34
3-9	Graf panduan pemilihan rantai dan sproket.	40
3-10	Keadaan sproket.	42
3-11	Sistem pergerakan baru.	44
3-12	Rekabentuk asal sistem pergerakan.	45
3-13	Rekabentuk baru 1.	46
3-14	Rekabentuk baru 2.	47
3-15	Rekabentuk baru 3.	48
3-16	mesh, daya yang terlibat dan kekangan yang dikenakan.	52
3-17	Keputusan analisis pemegang motor asal.	53
3-18	mesh, daya yang terlibat dan kekangan yang dikenakan.	54
3-19	Keputusan analisis rekabentuk pemegang motor baru 1.	55
3-20	mesh, daya yang terlibat dan kekangan yang dikenakan.	56
3-21	Keputusan analisis rekabentuk pemegang motor baru 2.	57
3-22	mesh, daya yang terlibat dan kekangan yang dikenakan.	58

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
3-23	Keputusan analisis rekabentuk pemegang motor baru 3.	59
4-1	motor elektrik.	63
4-2	Spesifikasi spoket dan rantai.	64
4-3	Bateri yang dipilih.	65
4-4	Model VD203 DC motor controller	66

SENARAI SIMBOL

PSM	=	Projek Sarjana Muda
Psm	=	putaran seminit
HP	=	kuasa kuda (<i>horse power</i>)
DC	=	arus terus (<i>direct current</i>)
VRLA	=	<i>valve regulated lead acid</i>
AGM	=	<i>absorbed glass matt</i>
FFM	=	<i>Fire Fighter Machine</i>
Km/j	=	kilometer sejam
kW	=	kilowatt
REV	=	putaran (<i>revolution</i>)
Kg	=	kilogram
m/s	=	meter per saat
M _T	=	berat keseluruhan (<i>mass total</i>)
F _T	=	daya keseluruhan (<i>force total</i>)
m	=	meter
Nm	=	Newton meter
K ₁	=	faktor pembetulan gigi sproket
K ₂	=	faktor pembetulan strand
H _{tab}	=	pembetulan kuasa transmisi
K _s	=	pekali aplikasi
n _d	=	faktor keselamatan
C _p	=	jarak antara aci
L _p	=	panjang rantai

SENARAI LAMPIRAN

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
A	GAMBAR PROJEK 'FIRE FIGHTER'.	71
B	'Vehicle Drive System'	72-75
C	Track Type Four Sprocket Wheel Drive Crawler Tractor'	76-78
D	'Endless Track Mechanism'	79-81
E	'Tracked Vehicle'	82-87
F	Maklumat Motor Elektrik	88
G	Maklumat Bateri	89
H	Maklumat Rantai Dan Sproket	90
I	Maklumat Pengawal Motor	91-95
J	Lukisan Drafting	96-100

BAB I

1.1 PENGENALAN

Penggunaan kenderaan berantai dalam aktiviti seharian bukanlah sesuatu yang baru. Sistem penghantaran kuasa jenis ini telah lama digunakan kerana kebolehan dan keistimewaan sistem ini yang tidak ada pada kenderaan biasa. Kebolehan sistem berantai ini menangani pelbagai jenis struktur permukaan untuk bergerak adalah tidak dapat dinafikan. Sistem ini telah lama diaplikasikan di dalam pelbagai bidang, bermula dari bidang ketenteraan hinggalah ke bidang pertanian, pembinaan dan industri. Sistem ini juga mempunyai variasi saiz dan keupayaan yang pelbagai mengikut kesesuaian kerja yang perlu dilakukan.

Oleh sebab keistimewaan yang ada pada sistem ini, sistem ini telah diguna untuk menggerakkan '*Fire Fighting Machine*' atau 'Mesin Pemadam Kebakaran'. Mesin ini adalah mesin yang direka khas untuk membantu kerja-kerja menyelamatkan. Mesin ini berkeupayaan untuk memadam kebakaran yang berlaku di kawasan yang membahayakan manusia untuk memadamkan api secara terus. Mesin ini juga boleh juga digunakan untuk kerja-kerja tinjauan dan mesin kawalan rusuhan. Boleh dikatakan mesin ini berkeupayaan melakukan pelbagai tugas selain memadamkan api.

Mesin ini digerakkan oleh mekanisma sistem berantai. Sistem yang sedia ada sekarang merupakan sistem berantai yang biasa kita lihat. Sistem yang sedia ada masih mempunyai kelemahan yang perlu dibaiki dan dipertingkatkan lagi. Melalui kajian ini, sistem pergerakan mesin ini akan melalui satu revolusi perubahan. Kajian ini akan memfokuskan pada mekanisma pergerakan mesin ini sahaja. Segala aspek yang berkaitan dengan mekanisma pergerakan akan dikaji dalam kajian ini.



Gambar 1-1 : *'Fire Fighter'*.

1.2 LATAR BELAKANG

1.2.1 Kenderaan berantai

Dalam kajian, kenderaan berantai didefinisikan sebagai kenderaan yang menggunakan sistem roda berantai untuk bergerak. Contohnya kereta kebal, 'caterpillar' atau lebih dikenali sebagai kereta korek dan kenderaan lain yang menggunakan sistem seumpama dengannya. Kenderaan berantai ini biasanya digunakan apabila memerlukan kenderaan ini melalui permukaan yang sukar seperti permukaan berselut dan permukaan yang mempunyai banyak halangan. Walaubagaimanapun, aplikasi ini sesuai juga digunakan untuk kenderaan yang hanya memerlukan pergerakan yang perlahan dan stabil. Kebiasaannya sistem ini direka untuk melalui halangan yang sukar.

Sistem berantai ini juga terdiri dari pelbagai jenis dan aplikasi yang berlainan. Kebiasaannya bagi aplikasi yang digunakan untuk kenderaan besar seperti kereta kebal dan untuk melalui permukaan yang mencabar, sistem ini akan menggunakan

rantai jenis '*segmented steel track*'. Dan untuk aplikasi yang biasa, '*one piece molded rubber track*' boleh digunakan.

Untuk aplikasi kenderaan besar yang melakukan kerja berat, sistem berantai ini digerakkan dengan kuasa pembakaran enjin diesel ataupun petrol. Tetapi untuk aplikasi kecil seperti mesin pemadam api ini, motor elektrik lebih sesuai digunakan. Dengan motor elektrik, rekabentuk untuk sistem kawalan juga menjadi lebih mudah. Oleh sebab itu, mesin pemadam api ini direkabentuk menggunakan motor elektrik.

Mesin pemadam api yang sedia ada ini menggunakan '*one piece molded rubber track*'. Pemilihan rantai yang tidak sesuai akan menyebabkan kelajuan tidak dapat dimaksimumkan.. Apabila ini berlaku, tindakbalas mesin ini akan berkurangan. Jadi bahagian ini akan direkabentuk semula atau dibuat pemilihan semula menggunakan jenis yang lebih ringan dan lebih sesuai untuk mesin seumpama dengannya. Dengan rekabentuk semula ini, tindakbalas dan kelajuan mesin ini dapat ditingkatkan.

1.3 KENDERAAN INDUSTRI YANG MENGGUNAKAN SISTEM BERANTAI

Aplikasi sistem berantai ini dapat kita lihat pada kenderaan yang memerlukan pergerakan pada permukaan yang tidak menentu. Dengan sistem berantai ini, kenderaan dapat bergerak dengan mudah hampir pada semua permukaan. Sistem ini juga dapat menampung dan membawa beban yang berat tanpa masalah. Antara kenderaan yang biasa kita lihat menggunakan sistem berantai ini adalah kereta kebal dan kereta korek. Bagi kereta kebal, sistem ini membolehkannya bergerak sambil menggempur pada semua jenis keadaan. Untuk kereta korek pula, sistem ini membolehkan kenderaan ini bergerak dan melakukan kerja pada permukaan yang mencabar.

Dalam industri pula, kenderaan yang menggunakan sistem ini adalah kenderaan yang hanya memerlukan pergerakan yang perlahan, stabil dan mampu membawa beban yang banyak. Contoh kenderaan industri yang menggunakan sistem

ini adalah '*scissor lift mechanism*' ataupun mekanisma pengangkat. Mekanisma ini menggunakan sistem berantai untuk bergerak. Jadi apabila menggunakan sistem ini, mekanisma ini dapat melakukan kerja dengan mudah hampir pada semua jenis permukaan.



Gambar 1-2 : Kenderaan industri yang berantai.

1.4 OBJEKTIF

1. Penambahbaikan sistem penghantaran kuasa jentera pemadam api kawalan jauh dan meningkatkan prestasi kelajuan gerak jentera.

1.5 SKOP

1. Mengkaji faktor yang mempengaruhi kecekapan sistem roda berantai.
2. Mengkaji cara meningkatkan halaju pergerakan dan tindakbalas kenderaan industri yang berantai.
3. Membuat analisis berkomputer pada komponen kenderaan berantai menggunakan COSMOS work.
4. Merekabentuk sistem menggunakan CATIA V5.

BAB II

2.1 KAJIAN ILMIAH

Bab ini akan menerangkan maklumat-maklumat asas tentang pembinaan sistem berantai ini. Di dalam bab ini, setiap komponen asas yang perlu ada di dalam pembinaan jentera seumpama ini. Tetapi komponen-komponen asas ini hanya memfokus kepada pembinaan sistem berantai yang kecil dan menggunakan kuasa bateri. Bab ini akan menerangkan setiap komponen dan maklumat-maklumat yang berkaitan komponen itu. Di dalam bab ini juga akan ditunjukkan kajian-kajian terdahulu yang pernah dilakukan untuk jentera seperti kajian ini. Walaupun kajian-kajian yang lepas tidak sama sepenuhnya tetapi bidang yang dikaji dapat dijadikan rujukan dan panduan untuk kajian ini.

2.2 KOMPONEN ASAS KENDERAAN BERANTAI

2.2.1 Rantai / Pencengkam.



Gambar 2-1 : 'Fire Fighter'

Sebelum teknologi penggunaan acuan untuk menghasilkan sesuatu rekabentuk luas digunakan, bahagian rantai atau pencengkam untuk kenderaan yang menggunakan sistem berantai hanya menggunakan kombinasi rantai dan sproket untuk bergerak. Apabila teknologi acuan dan getah bertambah maju barulah '*molded rubber track*' digunakan. Penggunaan '*rubber track*' jenis ini dapat meningkatkan kelajuan kerana sifat '*rubber track*' itu sendiri.

Tetapi pada kebiasaannya, '*rubber track*' ini hanya digunakan pada kenderaan yang bersaiz kecil dan sederhana dan pada kenderaan yang hanya memerlukan pergerakan yang tidak terlalu ekstrem. Kerja-kerja pada permukaan bersudut dan mencabar pula, '*steel track*' lebih sesuai digunakan. '*Steel track*' lebih berat dan akan memberi lebih cengkaman pada situasi ekstrem.

Untuk aplikasi ekstrem seperti kereta kebal, jentera pengorek dan pemindah yang besar, '*steel track*' lebih sesuai digunakan. Pada asasnya, pemilihan penggunaan jenis rantai / pencengkam adalah berdasarkan aplikasi kenderaan dan kerja yang akan dilakukan kenderaan itu. Pemilihan rantai yang tidak sesuai akan menyebabkan kegagalan pada jentera.



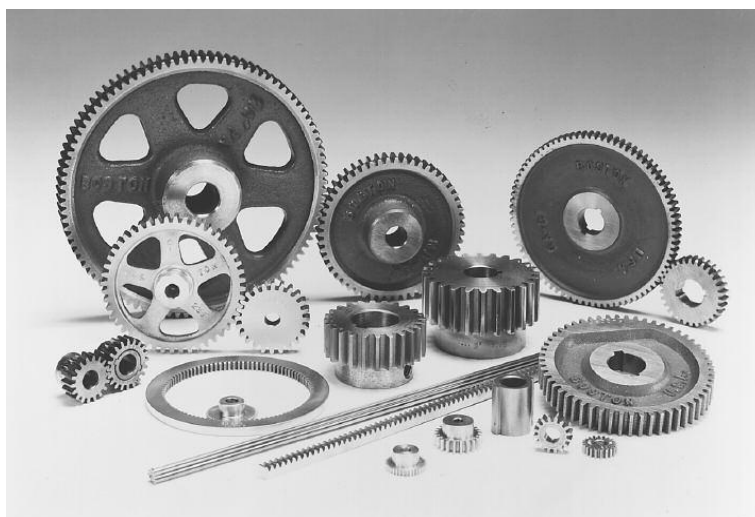
Gambar 2-2 : Contoh '*rubber track*' dan '*steel track*'.

Sebagai perbandingan dengan '*steell track*'; trak getah lebih ringan, kurang bunyi bising semasa operasi, menghasilkan tekanan yg rendah pada tanah dan tidak merosakkan permukaan.

2.2.2 Transmisi

Transmisi adalah antara elemen terpenting pada jentera seumpama ini. Transmisi biasanya akan direka atur di dalam kotak transmisi. Transmisi berfungsi sebagai elemen penghantar kuasa dari motor kepada sproket yang akan menggerakkan rantai. Transmisi terdiri daripada set gear yang direka dan diatur untuk membolehkan jentera bergerak dengan pelbagai kelajuan. Reka atur gear yang baik akan membolehkan kuasa dari motor dipindahkan tanpa kehilangan kuasa yang banyak dan jentera akan berfungsi dengan lancar.

Sebelum sistem kawalan elektronik digunakan untuk mengawal kelajuan motor elektrik, kotak transmisi akan terdiri dari set-set gear yang membolehkan kuasa motor diturunkan dan dinaikkan. Ini dapat dilakukan dengan aplikasi klutch. Apabila sistem elektronik bertambah maju, pengawalan motor elektrik dapat dilakukan dengan mengawal kuasa elektrik yang mengerakkan motor. Dengan '*motor controller*' motor dapat dikawal untuk melakukan pelbagai kerja seperti berputar ke depan dan belakang, berputar dengan kuasa yang berlainan dan berhenti dengan mudah.



Gambar 2-3 : Pelbagai variasi gear.

Kemajuan sistem ini memudahkan lagi rekabentuk kawalan transmisi dan pergerakan jentera. Untuk kajian ini, transmisi akan direkabentuk untuk menghantar kuasa maksimum dari motor ke sproket. Untuk kawalan kelajuan, '*motor controller*'