

PENGESAHAN PENYELIA

“Saya akui bahawa telah membaca tesis ini dan pada pandangan saya tesis ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)”

Tandatangan :

Penyelia : EN. HERDY RUSNANDI

Tarikh :

**PENAMBAHBAIKKAN REKABENTUK ALAT MENGUTIP BUAH RELAI
KELAPA SAWIT DENGAN MENGGUNAKAN KAEDAH TRIZ**

NOOR SHAKINAH BINTI RUDZLAN APANDI

**Tesis ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

JUN 2015

PENGAKUAN

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

Tandatangan:.....

Pengarang:NOOR SHAKINAH BINTI RUDZLAN APANDI

Tarikh:.....

Khas buat
Abah dan Emak tersayang

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, Syukur ke hadrat ILAHI , saya telah berjaya menyiapkan Projek Sarjana Muda ini sebagai tanda saya telah menamatkan pelajaran di UTeM dan pelbagai pengalaman yang telah saya peroleh sepanjang menyiapkan projek ini.

Sejuta penghargaan buat penyelia projek ini, En. Herdy Rusnandi dan juga pembantu penyelia, En. Safaruddin Hermawan kerana memberi sepenuh kepercayaan dan sokongan untuk menjalankan projek ini. Selain itu, terima kasih juga kerana sentiasa memberi semangat, nasihat, tunjuk ajar, ilmu dan pelbagai lagi sepanjang menjalankan projek ini.

Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih buat mak, abah, dan seluruh keluarga yang sentiasa memberi nasihat dan sokongan semasa susah dan senang. Mereka merupakan orang yang membantu saya dengan memberikan nilai-nilai murni semasa menjalankan projek ini secara betul dan bertepatan.

Akhir sekali, tidak lupa juga buat rakan seruamh dan sekelas yang sentiasa membantu dalam memberikan tunjuk ajar dan ilmu yang tidak terhingga. Ucapan terima kasih juga khas buat Universiti Teknikal Malaysia (UTeM) dan juga fakulti saya iaitu Fakulti Kejuruteraan Mekanikal

ABSTRACT

Oil palm plantation is important to Malaysia as the economic booster and also a place for natural catchment area for the country. However, this field have disadvantages to attract younger generation interest because of the constraints of the technology in the industry and still maintain the traditional concept in the process of collecting oil palm loose fruits. In addition , oil content in the loose fruit is better than a group of oil palm fruits and the price is more expensive. As such, this project will more focus on improving the design of device to collect oil palm loose fruit.

Based on the objectives, a device to collect this fruit will be supplemented from a technical system chosen and applied the concept of TRIZ to it to generate an idea that more innovative and systematic. The characteristics of this device are to collect the loose fruit must be handle manually, should be easy to use and to increase the revenue productivity and also the proceeds of the loose fruit. The benchmark of the device is the application of TRIZ in identifying the cause of the problem, a contradiction that occurred and the relationship of a technical system with its components and products used. The other method is the process of drawing using computer-aided software CATIA. Then continue with the analysis using the software-aided CATIA also to determine the factor of safety and the Von-Misses for a couple of critical components and the probable failure of the material. In conclusion, this project will be resolved by the application of a systematic, TRIZ innovation and new in solving engineering until able to improve a technical system as a tool that serves others.

ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan tanaman yang penting buat Malaysia sebagai penjana ekonomi negara dan juga merupakan kawasan tadahan hujan bagi negara ini. Namun begitu, lapangan ini tidak mendapat tarikan daripada generasi muda masa kini kerana kekangan teknologi di industri ini sendiri dan masih mengekalkan konsep tradisional dalam menjalankan proses mengutip buah relai kelapa sawit. Untuk pengetahuan umum, kandungan minyak di dalam buah relai lebih baik berbanding setandan kelapa sawit dan harganya lebih mahal. Oleh yang demikian, projek ini akan lebih menumpukan penambahbaikan rekabentuk alat mengutip buah relai kelapa sawit. Dengan merujuk kepada objektif, alat mengutip buah relai ini akan ditambahbaik daripada sebuah sistem teknikal yang dipilih dan diaplikasikan konsep TRIZ ke atasnya untuk menjana sebuah idea yang lebih berinovasi dan sistematik. Ciri-ciri alat mengutip buah relai ini haruslah dikawal secara manual, mudah untuk digunakan dan dapat meningkatkan hasil produktiviti dan juga hasil kutipan buah relai ini. Penandaan aras ialah penggunaan konsep TRIZ dalam mengenalpasti punca masalah, kontradiksi yang berlaku dan hubungkait sesebuah teknikal sistem dengan komponen-komponennya serta produk yang digunakan. Kaedah lainnya ialah proses melukis menggunakan perisian berbantu computer CATIA. Selepas itu diteruskan dengan analisis menggunakan perisian berbantu CATIA juga untuk menentukan factor of safety dan juga nilai Von- Mises untuk beberapa komponen yang kritikal dan berkemungkinan berlaku kegagalan bahan. Kesimpulannya, projek ini dapat diselesaikan dengan penggunaan konsep TRIZ yang sistematik, inovasi dan baru dalam menyelesaikan masalah sehingga mampu menambahbaik sesebuah sistem teknikal menjadi sebuah alat yang berfungsi lain.

ISI KANDUNGAN

BAB	TAJUK	MUKASURAT
	PENGAKUAN	i
	DEDIKASI	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRACT	iv
	ABSTRAK	v
	ISI KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	vii
	SENARAI RAJAH	viii
	SENARAI SIMBOL	viii
	SENARAI APPENDIKS	x
BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 Pengenalan Projek	1
	1.2 Pernyataan Masalah	2
	1.3 Objektif Kajian	3
	1.4 Skop Kajian	3
	1.5 Garis Panduan Tesis	3
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	5
	2.0 Pengenalan	5
	2.1 Pengenalan Teknologi	5
	2.1.1 Alat Mengutip Buah Relai Roller	7
	2.2 TRIZ	9
	2.2.1 Definisi TRIZ	9
	2.2.2 Ideality	11

2.2.3	Contradiction Matrix	12
2.2.4	Kontradiksi Fizikal	14
2.2.5	Substance- Field (Su-Field) Analysis	16
2.2.6	Functional Model	16
2.3	Konfigurasi CATIA	18
2.3.1	Permulaan CATIA	19
2.3.2	Sketcher	20
2.3.3	Part Design	20
2.3.4	Assembly	21
2.3.5	Stress Analysis	21
2.3.6	Drafting	22
2.4	Analisis CATIA	23
2.4.1	Generatif Pemasangan Struktur	25
2.4.2	Generatif Pada Bahagian Struktur	26
BAB 3	KAEDAH KAJIAN	28
3.0	Pengenalan	28
3.1	Aplikasi TRIZ	29
3.2	Aplikasi Alatan Analitikal	30
3.2.1	Cause-Effect Chain	30
3.2.2	Model Fungsi	32
3.2.3	Aplikasi Penyelesaian TRIZ	34
3.3	Kaedah Rekabentuk Dalam CATIA V5R16	36
3.3.1	Pengenalan	36
3.3.2	Rekabentuk Produk	36
3.4	Proses Fabrikasi Produk	37
3.4.1	Proses Pemotongan Bahan	37
3.4.1.1	Mesin Pemotong Laser	37
3.4.1.2	Mesin Larik Konvensional	38
3.4.1.3	Mesin Persilangan Menegak	39
BAB 4	KEPUTUSAN DAN ANALISA	40
4.0	Pengenalan	40
4.1	Aplikasi TRIZ	40

4.1.1	Aplikasi Alat Analisa	40
4.1.1.1	Cause-Effect Chain	41
4.1.1.2	Model Fungsi	43
4.2	Memodelkan Masalah	46
4.2.1	Aplikasi Penyelesaian TRIZ	47
4.3	Keputusan Akhir	49
4.4	Analisis CATIA	53
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Cadangan	59
	RUJUKAN	60
	APENDIK	61

SENARAI JADUAL

NO.	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Spesifikasi teknikal roller (Malaysian Palm Oil Board, http://www.mpob.gov.html).	8
2.2	Prinsip merekacipta spesifik (Cameron G. et al., 2010).	15
2.3	Pernyataan Fungsi	18
2.4	Perkara asas dalam analisis struktur bahan	24
3.1	Aplikasi TRIZ (Cameron G. et al., 2010)	35
4.1	Keputusan Analisa	46
4.2	Model TRIZ	47
4.3	Matrik Kontradiksi	48
4.4	Pemisahan Masa	49

SENARAI RAJAH

NO.	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Statistik pengeluaran minyak sawit pada tahun 2009 (http://mpob.gov.my)	6
2.2	Statistik pengeluaran minyak sawit pada tahun 2014 (http://mpob.gov.my)	6
2.3	Ilustrasi alat mengutip buah relai roller (Sumber Solah M. et al. 2009)	7
2.4	TRIZ kaedah penyelesaian masalah. (Ellen D. et al., 2002).	10
2.5	Pertingkatkan <i>Ideality</i> (http://grc.yzu.edu.tw/)	12
2.6	<i>Contradiction Matrix</i> (http://grc.edu.my/)	13
2.7	Su-Field Models (Y.C.Hung et al., 2007 & Y.L.Hsu et al., 2007)	16
2.8	5 jenis keberkesanan (Cameron G. et al.,2010)	17
2.9	Sketcher (http://catia.com.my)	20
2.10	Part Design (http://catia.com.my)	20
2.11	Assembly (http://catia.com.my)	21
2.12	Stress Analysis (http://catia.com.my)	22
2.13	Drafting (http://catia.com.my)	22
2.14	Hasil Mode Normal (http://cadcamfunda.com/cae)	25
2.15	Hasil Halaju (http://cadcamfunda.com/cae)	26
2.16	Hasil Analisis Von-Misses (http://cadcamfunda.com/cae)	27
2.17	Hasil Analisis dan Tekanan Utama (http://cadcamfunda.com/cae)	27
3.1	Carta Alir Kaedah Kajian	28
3.2	Proses-proses TRIZ (Cameron G. et al.,2010)	29
3.3	CEC Analisis (Cameron G. et al.,2010)	30

3.4	Peti ais dan Komponennya (Cameron G. et al.,2010)	33
3.5	Model Fungsi (Cameron G. et al.,2010)	34
3.6	Hasil Akhir Aplikasi TRIZ (Cameron G. et al.,2010)	35
3.7	Lukisan CATIA “Part Design”	36
3.8	Proses pemotongan bahan menggunakan pemotong laser	37
3.9	Produk akhir mesin laser	38
3.10	Mesin Larik Konvensional	38
3.11	Proses Milling	39
4.1	Punca masalah pada alat mengutip kekacang	41
4.2	Alat mengutip kekacang	42
4.3	Masalah pada roller alat mengutip kekacang	43
4.4	Komponen-komponen alat mengutip kekacang	44
4.5	Model fungsi	45
4.6	Komponen baru alat mengutip buah relai kelapa sawit	50
4.7	Segmentasi pada aci roller	51
4.8	Ilustrasi CATIA	51
4.9	Alat mengutip buah relai kelapa sawit	52
4.10	Analisis CATIA bagi penyangkut	53
4.11	Analisis CATIA bagi aci braket	55

SENARAI SIMBOL

mm	=	milimeter
N/m	=	Newton per meter
cm	=	centimeter
L	=	length
P	=	Panjang
Kg	=	kilogram
N/m ²	=	Newton per meter square
Pa	=	Pascal
MPa	=	MegaPascal
e	=	Exponential
%	=	Percentage
Ø	=	Diameter

SENARAI APENDIK

NO.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Kajian lapangan di FELDA Purun, Pahang	61
B	Drafting lukisan CATIA untuk penyangkut	62
C	Drafting lukisan CATIA untuk penyangkut	62
D	Drafting Produk	63
E	Gantt chart PSM 1	63
F	Gantt chart PSM 2	64

BAB 1

PENGENALAN

1.1 PENGENALAN PROJEK

Kelapa sawit merupakan tanaman utama di Malaysia dan mempunyai pelbagai kepentingan bagi alam semulajadi di negara ini. Kepentingan utama kelapa sawit ini adalah kepada sistem biodiversiti. Malaysia mempunyai 56% daripada jisim tanah sebanyak 328,600,00 hektar adalah perlindungan hutan semula jadi kekal. Selain itu, kelapa sawit merupakan industri yang paling rendah kadar pelepasan gas rumah hijau terutamanya karbon dioksida untuk meningkatkan kemampanan industri.

Namun begitu, industri sawit ini tidak mendapat sambutan daripada golongan belia masa kini kerana ada yang berpendapat industri ini tidak menjanjikan keuntungan yang besar dan mengambil masa panjang untuk memperoleh hasil. Ekoran itu, masalah ini membawa kepada masalah kekurangan tenaga kerja. Kekurangan teknologi baru dalam industri sawit ini juga merupakan faktor besar yang perlu diatasi seperti mesin untuk menuai hasil kelapa sawit dan juga mengutip buah-buah relai di kawasan ladang.

Untuk pengetahuan umum, buah relai mengandungi nutrisi dan kandungan minyak yang lebih baik daripada setandan kelapa sawit. Harga pasaran untuk buah relai juga berbeza dan lebih mahal daripada setandan kelapa sawit. Tetapi, masalah kekurangan teknologi menyebabkan buah-buah relai ini dikutip tetapi tidak efisien menyebabkan buah-buah relai ini terbiar rosak dan buruk.

1.2 PERNYATAAN MASALAH

Pada masa kini, cara manual secara tradisional untuk mengutip buah relai masih dipraktikkan oleh peladang-peladang di Malaysia. Ini menyebabkan terlalu banyak hasil buah-buah relai ini terbiar busuk dan rosak. Selain itu, cara tradisional yang digunakan ini juga menyebabkan para pekerja mengalami masalah sakit belakang dan kepenatan.

Kekurangan kajian untuk membina teknologi bagi tujuan pertanian juga adalah isu yang perlu dipandang serius kerana sektor ini merupakan penjana bagi ekonomi bagi negara serta salah satu punca pendapatan bagi masyarakat yang menetap di kawasan luar bandar dan kampung.

Isu berbangkit juga berkaitan masalah kos upah tenaga pekerja dan masa yang lama untuk mengutip buah-buah relai ini. Setelah selesai proses mengait, tandan kelapa sawit akan dikumpulkan di tepi jalan sebelum diangkut ke dalam lori. Oleh itu, jika masa yang lama perlu diambil untuk mengutip buah relai ini akan membawa kepada kelewatan lori dan masa kerja juga menjadi lebih panjang.

Alat mengutip buah relai kelapa sawit ini menyediakan penyelesaian kepada semua masalah di atas. Alat ini akan membantu kepada permasalahan sakit belakang dan kepenatan yang dihadapi oleh para pekerja serta menyediakan bahagian mudah dibawa bagi para pekerja bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain juga.

Alat ini dikawal secara manual dan mudah untuk dikendalikan oleh sebarang peringkat umur. Masalah kos upah tenaga kerja juga dapat dikurangkan serta berteknologi hijau. Ini bermaksud alat ini tidak menggunakan sebarang mekanisma yang berbahaya kepada pertumbuhan pokok. Hasil buah relai juga dapat dipertingkatkan dan tiada buah relai yang akan menjadi sisa buangan lagi.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif projek ini adalah untuk menambahbaik dan membangunkan sebuah alat mengutip buah relai kelapa sawit. Seterusnya adalah untuk menjalankan analisis CATIA pada bahagian-bahagian kritikal bagi tujuan penambahbaikkkan pada masa akan datang.

1.4 SKOP KAJIAN

Melalui objektif, skop kajian boleh dikenalpasti. Skop kajian ini adalah menggunakan pendekatan TRIZ untuk menyelesaikan masalah dengan cara yang inovatif dan sistematik. Setelah mendapat konsep dan idea melalui proses TRIZ, prototaip akan direka dengan menggunakan perisian berbantu computer CATIA dalam bentuk tiga dimensi (3D) menggunakan dimensi yang tepat dan betul.

Setelah siap proses mereka bentuk, analisis akan dijalankan dengan menggunakan perisian *CATIA* untuk mendapatkan nilai maksimum *stress and strength Von Mises* dan juga nilai *factor of safety* bagi bahagian- bahagian alat yang dirasakan kritikal dan boleh ditambah baik.

1.5 GARIS PANDUAN TESIS

Secara umumnya, dalam projek ini Bab 1 akan memberi pengenalan kepada industri kelapa sawit di Malaysia serta kepentingannya dalam menjana ekonomi negara. Bab 1 ini juga akan membincangkan masalah yang dihadapi oleh industri kelapa sawit ini serta pengenalan kepada alat mengutip buah relai kelapa sawit secara manual. Seterusnya objektif dan skop kajian juga turut dibincangkan dalam bab ini.

Bab 2 adalah merupakan kajian ilmiah bagi kajian ini yang mana merujuk kepada buku-buku dan jurnal daripada penyelidikan lepas untuk melihat perkembangan teknologi sedia ada bagi mendapatkan konsep awal dan

menggunakan TRIZ dalam mendapatkan idea untuk menambah baik alat mengutip buah relai. Selain itu, daripada rujukan jurnal yang lepas lukisan akan dilukis menggunakan perisian berbantu computer CATIA serta jurnal yang lepas juga dirujuk untuk menganalisis bahagian-bagaian yang kritikal melalui CATIA juga.

Berdasarkan rujukan ilmiah melalui buku-buku dan jurnal, Bab 3 akan melangkah setapak ke hadapan untuk menerangkan kaedah kajian menggunakan alatan aplikasi TRIZ iaitu *Cause-Effect Chain* dan *Functional Model* serta *Technical and Physical Contradiction* untuk mendapatkan idea dan konsep. Selain itu, bab ini juga termasuk membuat lukisan menggunakan perisian berbantu computer CATIA bermula dari *part design* dan *assembly* selain beberapa proses fabrikasi yang digunakan seperti melarik, kimpalan dan lain-lain. Selesai melukis dan fabrikasi, alat ini akan dibuat analisis menggunakan CATIA juga untuk bahagian-bahagian yang kritikal dan aspek yang diambil kira adalah tekanan dan *factor of safety*.

Seterusnya, Bab 4 akan membincangkan keputusan dan analisis daripada proses alat analitikal TRIZ dan juga perisian CATIA.

Bab 5 pula adalah bahagian kesimpulan dan cadangan kepada masalah yang didapati dalam kajian ini dan perlu ditambah baik lagi pada masa akan datang untuk tahap kelangsungan projek ini.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.0 PENGENALAN

Bab ini akan menerangkan mengenai teknologi yang telah sedia ada di samping menceritakan kebaikan dan keburukan teknologi tersebut. Selain itu, bab ini juga akan menerangkan tentang pendekatan TRIZ secara menyeluruh dalam bidang pertanian, permesinan dan sebagainya berdasarkan rujukan jurnal-jurnal lepas, buku, keratan akhbar dan sebagainya. Bagi tujuan lukisan dan analisis, perisian berbantu computer CATIA akan diterangkan menurut jurnal-jurnal yang berkaitan.

2.1 PENGENALAN TEKNOLOGI

Fazdil et al. [1] melaporkan bahawa sistem mekanisasi ladang negara perlu dipertingkatkan dengan lebih agar sektor perladangan di Malaysia akan lebih bersedia untuk menghadapi cabaran masa hadapan. Artikel ini dapat dikaitkan dengan tujuan asal projek ini agar pembinaan teknologi di masa hadapan akan lebih bercirikan robotik dalam teknik menuai dan memindahkan buah sawit daripada ladang. Secara amnya, penggunaan teknologi baru akan dapat mempertingkatkan hasil produktiviti industri kelapa sawit. Hal ini dapat dijelaskan melalui **Rajah 2.1** dan **Rajah 2.2** yang menunjukkan kadar statistik hasil pengeluaran minyak sawit pada jangka masa lima tahun ke depan.

**MONTHLY PRODUCTION OF OIL PALM PRODUCTS SUMMARY FOR THE MONTH OF DECEMBER 2009
2008 & 2009 (TONNES)**

Months	Crude Palm Oil		Palm Kernel		Crude Palm Kernel Oil		Palm Kernel Cake	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
JANUARY	1,424,245	1,330,195	372,868	353,352	182,223	165,300	204,303	183,050
FEBRUARY	1,227,969	1,187,381	323,544	318,601	147,831	160,284	165,637	176,073
MARCH	1,294,710	1,275,822	352,894	345,485	164,710	161,305	184,435	178,153
APRIL	1,327,591	1,281,852	346,186	335,918	167,518	159,450	183,085	175,728
MAY	1,457,878	1,395,275	365,214	351,527	170,905	162,809	188,220	180,371
JUNE	1,468,921	1,447,926	364,460	353,704	172,880	162,723	189,313	179,846
JULY	1,560,215	1,492,958	402,267	382,008	167,672	178,424	185,967	197,324
AUGUST	1,600,214	1,496,073	405,663	373,113	189,113	176,377	209,752	195,033
SEPTEMBER	1,579,442	1,557,764	402,830	385,747	188,986	158,237	207,812	174,137
OCTOBER	1,652,071	1,984,037	425,221	500,455	179,263	211,703	198,209	233,117
NOVEMBER	1,658,417	1,595,592	430,753	408,969	201,509	206,946	224,022	226,365
DECEMBER	1,482,768	1,520,063	385,802	391,814	198,788	193,501	217,977	213,027
TOTAL	17,734,442	17,564,938	4,577,500	4,500,683	2,131,399	2,097,059	2,358,732	2,312,222

Rajah 2.1 : Statistik pengeluaran minyak sawit pada tahun 2009
(<http://mpob.gov.my>)

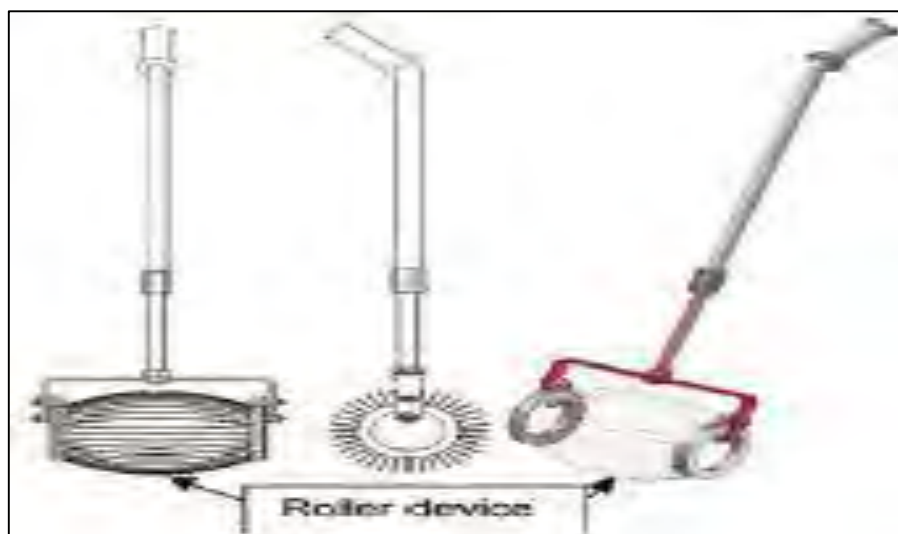
**MONTHLY PRODUCTION OF OIL PALM PRODUCTS SUMMARY FOR THE MONTH OF NOVEMBER 2014
2013 & 2014 (TONNES)**

Months	Crude Palm Oil		Palm Kernel		Crude Palm Kernel Oil		Palm Kernel Cake	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
JANUARY	1,602,493	1,508,980	413,198	387,348	199,807	182,902	220,897	203,051
FEBRUARY	1,296,824	1,275,812	337,822	322,104	161,188	164,034	178,874	180,782
MARCH	1,325,101	1,497,142	339,492	386,648	176,929	170,828	198,094	188,887
APRIL	1,366,544	1,555,777	342,986	389,028	157,509	177,074	174,237	195,163
MAY	1,384,330	1,656,957	342,902	399,244	161,632	186,543	179,065	207,431
JUNE	1,416,826	1,569,684	349,841	357,295	166,075	174,726	185,273	192,966
JULY	1,674,852	1,665,661	410,361	406,098	179,315	171,352	199,399	188,908
AUGUST	1,735,284	2,031,754	437,307	520,218	179,838	216,043	199,155	238,752
SEPTEMBER	1,912,175	1,896,861	494,726	483,173	224,846	225,377	250,991	250,185
OCTOBER	1,972,278	1,892,961	496,387	470,019	230,799	217,843	252,764	241,171
NOVEMBER	1,861,084	1,750,567	468,027	430,391	218,328	215,630	241,604	238,828
TOTAL	17,547,791	18,302,156	4,432,849	4,551,566	2,056,266	2,102,352	2,280,353	2,326,424

Rajah 2.2 : Statistik pengeluaran minyak sawit pada tahun 2014
(<http://bepi.mpob.gov.my>)

2.1.1 ALAT MENGUTIP BUAH RELAI ROLLER

Menurut Solah M. et al. [2] idea untuk mencipta pengutip jenis roller ini adalah kerana alat ini dapat dikawal secara manual dan sangat praktikal serta mampu dibeli oleh semua orang. Alat ini berfungsi dengan mengutip dan mengekal buah relai tanpa usaha dan tenaga yang berlebihan. Alat ini hanya menggunakan mekanisma asas yang hampir sama dengan cara mengutip dengan tangan. **Rajah 2.3** menunjukkan ilustrasi alat jenis roller ini.



Rajah 2.3 : Ilustrasi alat mengutip buah relai roller (Sumber : Solah M. et al. 2009)

Mesin ini menggunakan peti berbentuk bujur yang diperbuat daripada dawai kawat atau rod. Semasa berpusing tekanan daripada tanah akan menyebabkan dawai kawat atau rod ini akan memberi pembukaan pada peti dan menangkap buah-buah relai ini. Selain itu, alat ini mempunyai lebar 280 mm dan diameter 120 mm dan pemegang mempunyai panjang 1 000 mm. **Jadual 2.1** akan menerangkan spesifikasi teknikal roller ini.

Jadual 2.1 : Spesifikasi teknikal roller (Malaysian Palm Oil Board, <http://www.mpob.gov.html>).

Dimensi Keseluruhan			
Roller		Bar pemegang	
• Lebar (L)	280 mm	• Panjang (P)	1 000 mm
• Diameter (\emptyset)	120 mm		

Alat mengutip buah relai jenis roller ini merupakan teknik awal untuk inovasi alat yang mudah dan senang untuk digunakan. Alat ini dapat mengurangkan sakit belakang yang dirasai faktor yang paling besar tetapi alat ini tidak mempunyai ketinggian yang boleh dilaraskan bersesuaian dengan ketinggian seorang manusia.

Kelemahan ini perlu ditambah baik kerana jenis roller ini mempunyai pemegang sepanjang 1m tetapi tidak begitu praktikal kerana penolak masih perlu membongkokkan badan untuk melawan graviti bumi. Sekiranya, pemegang boleh dilaras ketinggian maka akan ada sudut tertentu dan penolak akan merasa lebih selesa.

Tambahan lagi, menurut Solah M. et al.[2] kerja-kerja mengutip buah relai menjadi lebih ringan dan mendapat hasil yang tiada debris serta meningkatkan kualiti pada buah-buah relai. Namun begitu, kelemahan yang dapat dilihat di sini ialah pembukaan pada peti bujur ini apabila dikenakan tekanan kerana jika tekanan yang dikenakan terlalu besar bahan yang digunakan boleh mengalami kegagalan dan tidak dapat kembali ke permukaan asal kerana peti itu menggunakan dawai kawat sebagai bahan buatan.

Jika pembukaan terlalu besar debris seperti batu juga dapat dikutip selain daun-daun kering dan jenis permukaan tanah juga akan mengganggu peti bujur ini kerana jika tanah licin ia tidak dapat berfungsi dengan baik kerana alat ini tidak mempunyai fragmentasi yang membolehkan ia bergerak mengikut profil permukaan tanah yang tidak rata.

2.2 TRIZ

TRIZ merupakan akronim daripada Rusia yang bermaksud “*Theory of Inventive Problem Solving*” dibangunkan oleh Genrich Asltshuller dan rakan-rakannya yang pernah bekerja sebagai tentera Soviet Union pada tahun 1946. Kajian TRIZ memberi hipotesis terdapat prinsip inovatif yang universal dalam asas untuk mencipta inovasi yang lebih kreatif kepada teknologi yang lebih maju. Tapak kajian untuk TRIZ dilakukan dengan menganalisa patent daripada seluruh dunia daripada tahun 1940 sehingga tahun 1980 (Zhang.J et al., 2004)

2.2.1 Definisi TRIZ

Berdasarkan kajian yang dibuat oleh Zhang J. et al [3] TRIZ bermula dengan hipotesis bahawa terdapat prinsip inovatif yang universal dalam asas mencipta dan mereka bentuk teknologi yang lebih maju. Hipotesis ini dibuat selepas Altshuller menganalisa 40,000 patent seluruh dunia dan akhirnya terdapat tiga prinsip asas TRIZ iaitu:

- Masalah dan penyelesaian cenderung untuk berulang merentasi pelbagai situasi industri dan spesifik.
- Corak evolusi teknologi cenderung untuk berulang dalam semua industri dan sains.
- Rekaan sering dibuat menggunakan kesan saintifik yang dibangunkan di kawasan yang tidak berkaitan.

Proses dalam TRIZ juga penting dalam memahami penyelesaian yang logik, mudah dan sistematik. TRIZ mengandungi jalan penyelesaian yang berulang dan saintifik untuk mendapatkan sebuah patent yang berevolusi dan keadaan ini akan dibentangkan kepada pihak pembangun. **Rajah 2.4** akan memberikan penerangan mengenai proses ini secara grafik.