

Sistem Pengautomatan Jentera Pemungut Tandan Kelapa Sawit

**Wan Ishak Wan Ismail, Mohd Zohadie Bardaie
dan Wan Zulkarnain Othman**

*Fakulti Kejuruteraan
Universiti Putra Malaysia
43400 UPM Serdang, Malaysia*

Diterima 5 Ogos 1996

ABSTRAK

Kekurangan tenaga buruh sama ada sepanjang tahun atau pada ketika kemuncak masa operasi adalah peningkatan kepada kos pengeluaran. Penggunaan teknologi dan proses pengeluaran moden untuk meningkatkan produktiviti akan membebaskan tenaga buruh, suatu fenomena penting bagi sektor pertanian dan pembuatan. Tujuan projek ini adalah memperkenalkan robot dan pengautomatan dalam sektor pertanian. Objektifnya adalah untuk mengautomat jentera grabber untuk memungut dan mengangkut tandan kelapa sawit. Jentera tersebut telah diubah suai dengan menggunakan hidraul sebagai sumber kuasa dan penderia cahaya sebagai sistem kawalan. Injap kawalan operasi-gegelung 4/3 dan geganti elektrik digunakan untuk kawalan sistem hidraul. Penderia cahaya model E3JM-R4M4-G digunakan untuk mengawal sistem cahaya. Pada keseluruhannya projek ini menunjukkan keputusan yang memuaskan dan berupaya memungut tandan kelapa sawit dalam masa 55.4 saat dengan menggunakan tekanan operasi 50 bar. Operasi ini menjimatkan tenaga buruh, menjimatkan masa dan menjadikan operasi ladang lebih menarik.

ABSTRACT

Shortage of labour, whether it exists throughout the year or occurs at the peak time of an operation, translates into higher production costs. The adoption of modern technologies and production process to increase productivity will free labour, which is very important for both the agriculture and manufacturing sectors. The aim of this project was to introduce agricultural robotics and automation in the agriculture sector. The objective was to automate a grabber machine for picking and collection of oil palm fruit bunches. The grabber was modified using a hydraulic power source and a light sensor control system. Solenoid operated control valve 4/3 and electrical relay were used as the hydraulic control system. Light sensor model E3JM-R4M4-G was used as a light control system. Generally, this project produced satisfactory results and capable of picking oil palm bunches in 55.4 seconds at an operated pressure of 50 bar. This operation will require less manpower, save time and will make the operation of harvesting oil palm fruit more interesting.

Keywords: grabber, sistem hidraul, sistem kawalan, tenaga buruh, mekanisasi

PENDAHULUAN

Minyak kelapa sawit dan hasilnya merupakan salah satu eksport utama Malaysia ketika ini dan Malaysia adalah negara pengeluar utama minyak sawit dunia.

Pada tahun 1990, Malaysia telah mengeluarkan 6.14 juta tan metrik minyak kelapa sawit iaitu 54% daripada pengeluaran sawit dunia dengan pendapatan sebanyak RM5.46 juta (PORIM 1991). Eksport minyak kelapa sawit pada tahun 1993 adalah 5.979 juta tan dan ia adalah 25% pengeluaran minyak dunia.

Buat masa ini, industri pertanian di Malaysia terutamanya industri kelapa sawit sedang menghadapi masalah kekurangan tenaga buruh tempatan. Pengeluaran kelapa sawit terpaksa bergantung kepada tenaga buruh asing yang tidak menjaminkan. Penubuhan industri perkilangan telah menarik minat para pekerja yang dahulunya merupakan pekerja ladang. Dalam perusahaan kelapa sawit, masalah kekurangan pekerja telah mengakibatkan kerugian berjuta-juta ringgit. Dianggarkan kerugian sebanyak RM75 juta akibat daripada tanaman yang tidak dituai (Zohadie 1988). Antara saranan yang telah dibuat dalam usaha mengatasi masalah di atas adalah penggunaan teknologi moden dalam sektor pertanian.

Kaedah yang pernah digunakan bagi memungut dan mengangkut tandan kelapa sawit ke tepi jalan ialah dengan cara menjunjung atau mengusung dengan kayu pengandar. Biasanya basikal dan kereta sorong diguna bagi meringankan beban. Dianggarkan seorang pekerja boleh memungguh sebanyak 1910 kg sehari jika jarak maksimum dari pokok kelapa sawit ke tempat pengumpulan adalah 40 m. (Gruth 1965). Kaedah di atas telah dimajukan dengan mengguna tenaga kerbau atau lembu yang dipasang pedati atau heretan sebagai alat pengangkut tandan-tandan kelapa sawit. Sistem ini telah mengurangkan penggunaan tenaga pekerja sebanyak 14% dan penjimatan kos memungut dan mengangkut sebanyak 34% bagi satu tan. (Wan D. 1973).

Beberapa jentera memungut dan mengangkut tandan kelapa sawit telah diperkenal dengan menggunakan jentera seperti traktor dan skip, jentera jackpak, jentera forklif, jentera 'dump-truck' dan 'jentera grabber'. Dengan penggunaan jentera ini, selain daripada menggantikan penggunaan tenaga manusia dan haiwan, ianya dapat meningkatkan hasil pengeluaran dan juga menjimatkan kos pengeluaran. Sejak diperkenalkan, jentera ini mendapat sambutan yang menggalakkan kerana beberapa kebaikan yang diperolehi seperti penggunaan kuasa yang lebih cekap, penjimatan tenaga, penggunaan waktu yang cekap dan tepat, penjimatan kos pengeluaran serta sistem pentadbiran yang lebih baik.

Walau bagaimanapun, setakat ini jentera pemungut tandan kelapa sawit yang terdapat di estet-estet dikendalikan secara manual. Oleh yang demikian, disyorkan supaya jentera ini diautomatkan bagi mencapai pengeluaran hasil yang tinggi menerusi operasi yang lebih cekap dan menarik. Di dalam projek ini, sebuah jentera pemungut tandan kelapa sawit, grabber kepunyaan PORIM telah diubah suai bagi tujuan di atas.

BAHAN DAN KAEDAH

Analisis projek ini adalah berdasarkan kepada pengubahsuaian ke atas jentera Grabber yang telah dipinjamkan oleh PORIM. Tumpuan yang dibuat adalah untuk mengautomatkan jentera grabber ini. Beberapa komponen seperti kren

dan silinder hidraul dikekalkan kerana ianya telah direka bentuk bagi tujuan memungut tandan kelapa sawit secara kawalan manual.

Faktor-faktor yang diberi perhatian di dalam usaha mengautomatkan jentera adalah punca kuasa hidraul untuk pergerakan komponen-komponen yang berfungsi untuk memungut tandan kelapa sawit, sistem kawalan automatan, kedudukan serta jarak tandan kelapa sawit dari jentera, penderia dan faktor-faktor dalam sistem kawalan.

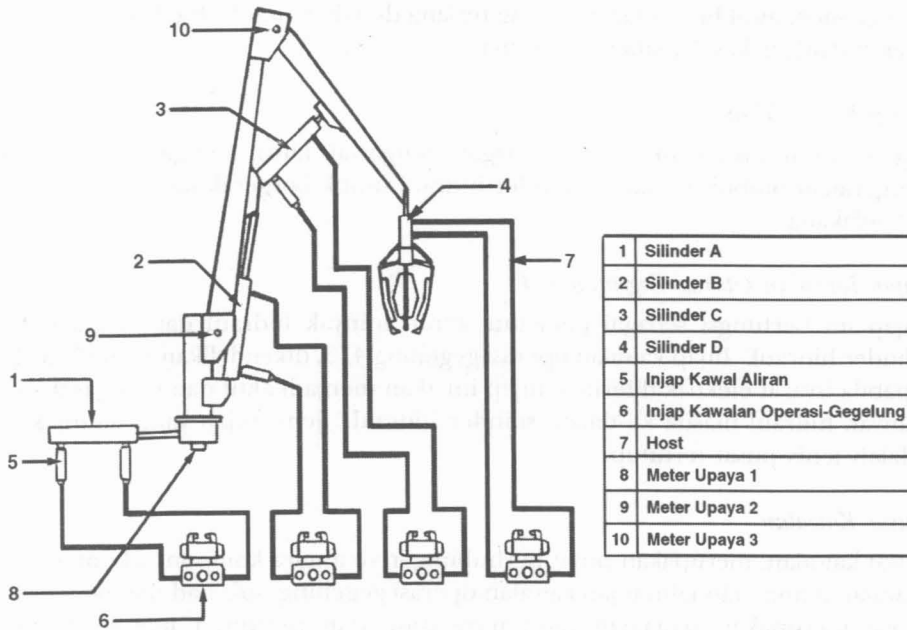
Spesifikasi Reka bentuk

Jentera ini diubah suai supaya dapat berfungsi dengan baik untuk mengendalikan proses automatan seperti berikut:

- a. Mengesan kewujudan tandan kelapa sawit,
- b. Mengepit tandan kelapa sawit di permukaan tanah,
- c. Mengangkat tandan kelapa sawit dari permukaan tanah dan
- d. Meletakkan tandan kelapa sawit ke dalam trailer.

Secara amnya, sistem kawalan automatan ini terdiri daripada beberapa komponen penting yang berfungsi dalam kategori yang berbeza-beza. Komponen yang terlibat adalah seperti *Rajah 1* dan disenaraikan seperti berikut:

- a. Silinder A, B, C dan D,
- b. Injap pelega,
- c. Injap kawalan aliran,
- d. Injap kawalan operasi-gegelung,



Rajah 1. Komponen-komponen dalam sistem kawalan hidraul

- e. Pusat kawalan,
- f. Penderia dan
- g. Suis had.

Silinder Hidraul

Silinder hidraul berfungsi sebagai penukar tenaga hidraul kepada tenaga mekanikal supaya dapat melakukan kerja. Silinder A beroperasi untuk memusingkan kren sebanyak 160° supaya boleh mengangkat tandan kelapa sawit di kiri dan kanan traktor. Satu komponen khas iaitu injap kawal aliran digunakan pada kren tersebut untuk mengurangkan kejutan momentum semasa memusing.

Silinder B dan C berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan kren. Satu daya yang tinggi diperlukan untuk mengangkat kren dan daya ini boleh diperolehi dengan mengawal kadar aliran minyak hidraul pada injap pelega. Apabila bukaan pada injap pelega dikecilkan, kadar alir minyak hidraul ke tangki adalah rendah lalu menghasilkan tekanan yang tinggi pada sistem hidraul.

Tugas silinder D adalah untuk membuka dan menyepit tandan kelapa sawit. Daya menyepit yang dihasilkan oleh silinder adalah sesuai untuk menyepit tandan kelapa sawit dan tidak memberikan sebarang kejutan daya.

Injap Pelega

Injap pelega berfungsi mengawal dan mengehadkan tekanan yang dihasilkan oleh pam di dalam litar hidraul. Oleh yang demikian daya yang dihasilkan dapat dikawal dan dihadkan ke tahap yang dikehendaki. Selain daripada itu, ia juga mengawal beban lampau yang terjana di dalam litar hidraul dan ini akan meningkatkan keselamatan pengguna.

Injap Kawal Aliran

Injap kawal aliran berfungsi sebagai pengawal iaitu mengawal kelajuan pergerakan ombok di dalam silinder hidraul untuk bergerak ke hadapan atau ke belakang.

Injap Kawalan Operasi-Gegelung 4/3

Injap ini berfungsi sebagai pengatur aliran minyak hidraul dari bekalan ke silinder hidraul. Injap kawalan operasi-gegelung 4/3, dikendalikan oleh elektrik. Apabila isyarat elektrik diterima, injap ini akan menjadi aktif dan mengarahkan minyak hidraul masuk ke dalam silinder hidraul. Jenis injap yang digunakan adalah jenis pusat tertutup.

Pusat Kawalan

Pusat kawalan, merupakan pusat perhubungan di antara komponen-komponen kawalan automatan iaitu injap kawalan operasi-gegelung, suis had dan penderia. Ianya merupakan bahagian yang terpenting dan berfungsi mengatur dan mengarahkan proses automatan jentera pemungut tandan kelapa sawit.

Antara operasi yang dilakukan oleh pusat kawalan ini ialah menerima isyarat elektrik sama ada dari interaksi manusia, suis had atau penderia. Pusat kawalan akan menghantar isyarat ini kepada injap kawalan operasi-gegelung tertentu bagi mengaktifkan silinder yang telah ditentukan mengikut aturan pergerakan.

Komponen-komponen yang terkandung dalam pusat kawalan ini terdiri daripada:

- a. Geganti dan
- b. Pemasa

Geganti yang digunakan adalah geganti elektromekanikal dan berfungsi sebagai suis. Apabila geganti dioperasikan maka geganti ini akan menghantar isyarat elektrik kepada injap kawalan operasi-gegelung 4/3 untuk menggerakkan silinder hidraul. Tugas utama yang dimainkan oleh geganti adalah untuk mengatur pergerakan silinder supaya mengikut aturan yang telah ditetapkan.

Pemasa berfungsi memberikan suatu jangka masa penutupan sesuatu litar elektrik. Masa penutupan dapat disetkan antara 0.5 hingga 100 saat dengan melaraskan meter upaya.

Suis Had dan Penderia

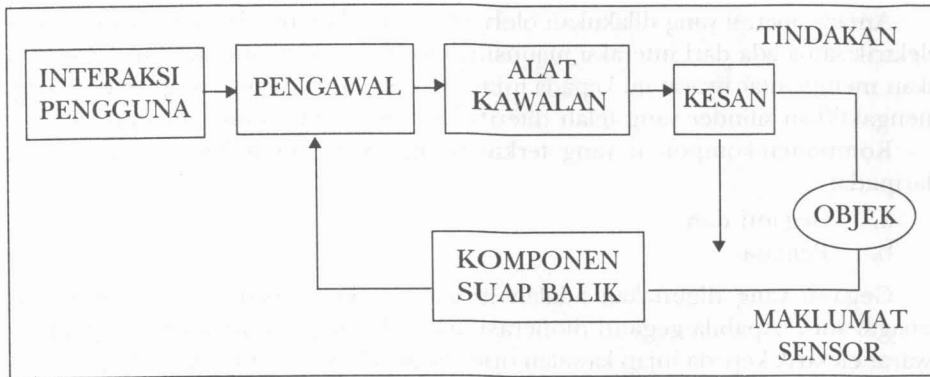
Suis had, mempunyai pengolek sebagai tempat sentuhan dan akan dibalikkan oleh pegas. Ianya digunakan untuk mengehadkan pergerakan ombok silinder sama ada pergerakan keluar atau masuk. Selain daripada itu ia juga berfungsi menghantar isyarat elektrik kepada pusat kawalan supaya pergerakan ombok bergerak mengikut aturannya.

Penderia Cahaya Model E3JM-R4M4-G dipasang pada alat pengepit bagi mengesan kehadiran tandan kelapa sawit. Kehadiran objek didalam pengepit akan memutuskan sistem pancaran cahaya yang kemudiannya akan menghantar isyarat supaya silinder hidraul dapat memegang tandan kelapa sawit.

SISTEM DAN REKA BENTUK

Reka bentuk sistem kawalan automatan untuk jentera Grabber adalah berdasarkan kepada sistem kawalan gelung tertutup seperti yang ditunjukkan pada *Rajah 2*. Merujuk kepada *Rajah 2*, sistem kawalan automatan ini melibatkan lima komponen yang disambung kepada sistem atau proses yang dikawal. Peralatan yang terkandung di dalam setiap komponen tersebut adalah di dalam Jadual 1.

Interaksi pengguna merupakan isyarat masukan bagi mengoperasikan sistem ini. Apabila suis ditekan, isyarat masukan akan memasuki komponen pengawal. Komponen pengawal ini terdiri daripada pusat kawalan yang akan mengatur pergerakan silinder hidraul melalui komponen alat pengawal iaitu injap kawalan operasi-gegelung 4/3. Komponen kesan merupakan kesan yang terhasil daripada tindakan silinder hidraul dan penderia. Komponen suap balik terdiri daripada suis had yang akan mengehadkan pergerakan silinder. Isyarat daripada suis had ini akan kembali kepada komponen pengawal. Pada komponen pengawal, isyarat yang diterima daripada komponen suap balik kemudiannya akan menggerakkan silinder yang lain mengikut aturan yang telah ditetapkan pada



Rajah 2. Sistem kawalan jentera grabber automatan

JADUAL 1
Komponen dan Peralatan Sistem Kawalan Automatan

Komponen	Peralatan
Interaksi Pengguna	Suis
Pengawal	Pusat kawalan
Alat kawalan	Injap kawalan operasi-gegelung 4/3
Kesan	Silinder hidraul dan penderia
Suap balik	Suis had

komponen pengawal sehinggalah isyarat akan dihantar kepada penderia untuk mengesan objek.

Apabila penderia mengesan kehadiran objek, penderia akan menghantar isyarat kepada komponen pengawal untuk tindakan yang selanjutnya mengikut arahan yang telah ditentukan pada komponen ini.

Reka Bentuk Litar Hidraul

Reka bentuk litar hidraul merupakan sebahagian daripada langkah penting dan ianya bertanggungjawab menggerakkan jentera Grabber. Fungsi setiap silinder yang sedia ada pada jentera Grabber dikekalkan dan fungsi-fungsinya adalah seperti berikut:

- Silinder A : Memusingkan kren Grabber sejauh 160°,
- Silinder B : Mengangkat dan menurunkan kren,
- Silinder C : Mengangkat dan menurunkan kren,
- Silinder D : Membuka dan menutup pengepit.

Kedudukan silinder A, B, C dan D boleh dirujuk pada *Rajah 1*.

Unit kawalan sistem kasked adalah satu reka bentuk yang boleh menghapuskan suatu isyarat pada setiap langkah daripada jujukan kawalan. Kebiasaannya sistem ini menggunakan injap laluan 4/2 atau 5/2 sebagai ingatan. Walau bagaimanapun dalam projek ini penggunaan injap laluan sebagai fungsi ingatan digantikan dengan penggunaan geganti supaya operasi injap kawalan operasi-gegelung 4/3 dapat digunakan kerana injap ini beroperasi dengan menggunakan tenaga elektrik.

Dalam mereka bentuk sistem kasked ini, beberapa langkah reka bentuk yang diikuti adalah seperti berikut:

- a. Membentuk gambar rajah gerakan masa,
- b. Membentuk ungkapan logik,
- c. Pemilihan kumpulan dan
- d. Peruntukan dalam suis had.

Membentuk Gambar Rajah Gerakan Masa

Dalam operasi pengautomatan yang melibatkan proses pengeluaran, biasanya memerlukan jujukan dan kombinasi pergerakan. Untuk menunjukkan segala pergerakan yang berkaitan, rajah gerakan masa digunakan.

Dalam projek ini, rajah gerakan-masa yang telah dibuat untuk empat pergerakan silinder ditunjukkan pada *Rajah 3*. Pada gambar rajah gerakan-masa, tersebut, terdapat tiga rajah yang mewakili isyarat masukan dan keluaran iaitu:

- a. Unsur kerja,
- b. Unsur isyarat dan
- c. Unsur kawalan.

Ketiga-tiga rajah ini akan membantu dalam membina litar hidraul.

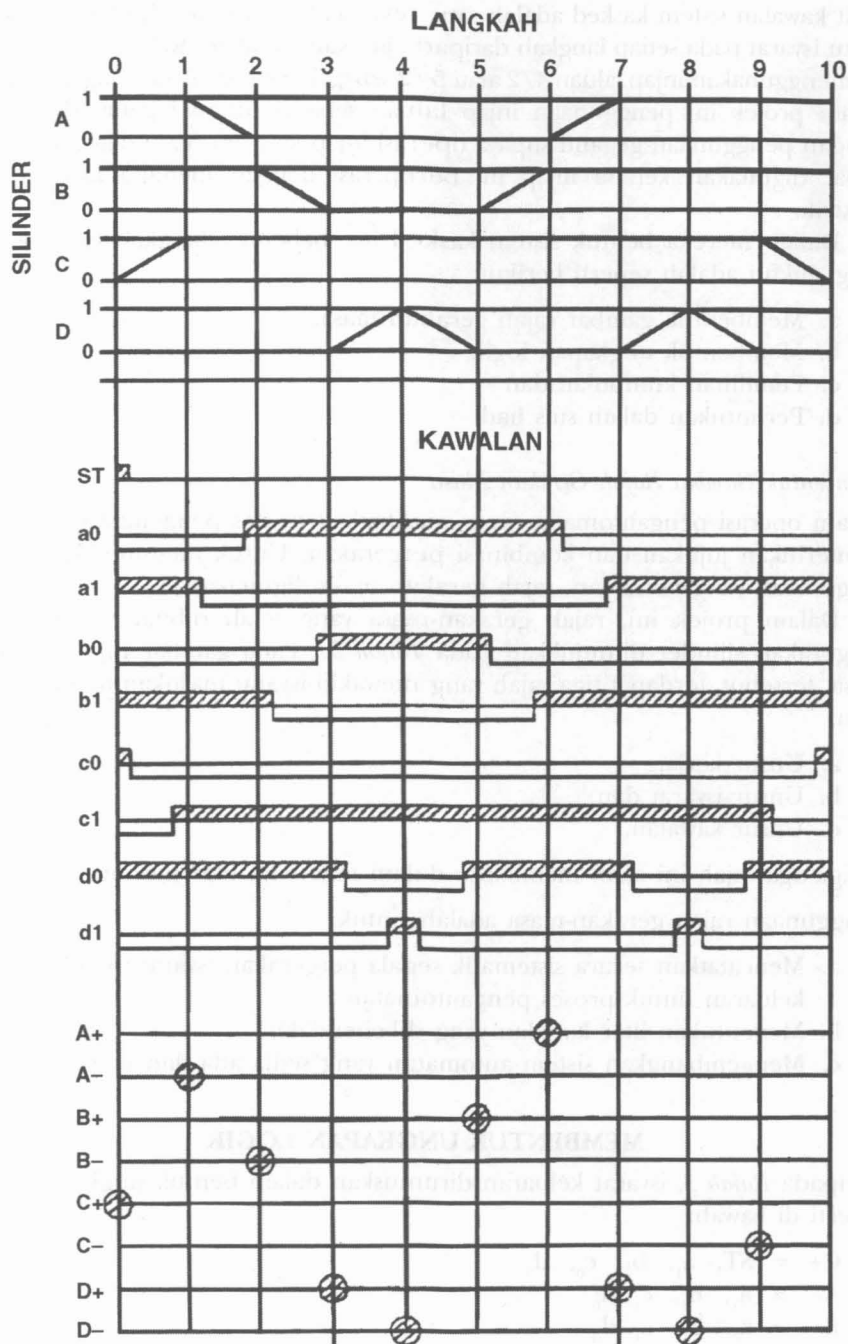
Penggunaan rajah gerakan-masa adalah untuk:

- a. Mencatatkan secara sistematik segala pergerakan isyarat masukan dan keluaran untuk proses pengautomatan.
- b. Menentukan litar kawalan yang dikehendaki.
- c. Mengembangkan sistem automatan yang sedia ada dan litar kawalan.

MEMBENTUK UNGKAPAN LOGIK

Daripada *Rajah 3*, isyarat keluaran dirumuskan dalam bentuk ungkapan logik seperti di bawah:

$$\begin{aligned} C+ &= ST, a_1, b_1, c_0, d_0 \\ A- &= a_1, b_1, c_1, d_0 \\ B- &= a_0, b_1, c_1, d_0 \\ D+ &= a_0, b_0, c_1, d_0 \\ D- &= a_0, b_0, c_1, d_1 \\ B+ &= a_0, b_0, c_1, d_0 \\ A+ &= a_0, b_1, c_1, d_0 \end{aligned}$$



Rajah 3. Rajah gerakan-masa

$$\begin{aligned} D+ &= a_1, b_1, c_1, d_0 \\ D- &= a_1, b_1, c_1, d_1 \\ C- &= a_1, b_1, c_1, d_0 \end{aligned}$$

Simbol ST adalah suis mula (start switch).

Ungkapan logik di atas kemudiannya dipermudahkan menjadi ungkapan yang ringkas.

$$\begin{aligned} C+ &= ST \\ A- &= c_1 \\ B- &= a_0 \\ D+ &= b_0 \\ D- &= d_1 \\ B+ &= d_0 \\ A+ &= b_1 \\ D+ &= a_1 \\ D- &= d_1 \\ C- &= d_0 \end{aligned}$$

Memandangkan terdapat ungkapan yang dipermudahkan wujud serentak seperti d_0 dan d_1 , maka ungkapan ini diubahsuaikan menjadi:

$$\begin{aligned} C+ &= ST \\ A- &= c_1 \\ B- &= a_0 \\ D+ &= b_0 \\ D- &= d_1, \text{ isyarat sensor} \\ B+ &= d_0^{1/2} \\ A+ &= b_1 \\ D+ &= a_1 \\ D- &= d_{1a} \\ C- &= d_0 \end{aligned}$$

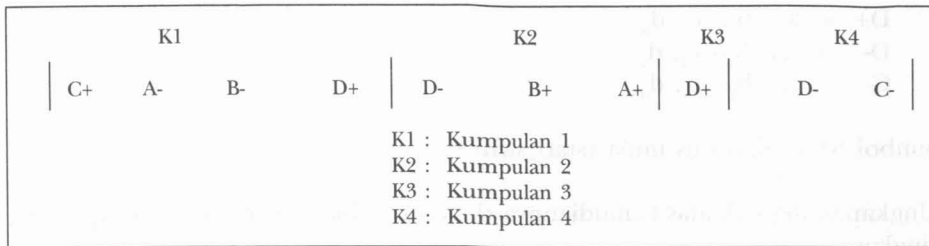
di mana isyarat d_0 pada B+
ditukarkan kepada $d_0^{1/2}$
isyarat d_1 pada D-
ditukarkan kepada d_{1a}

PEMILIHAN KUMPULAN

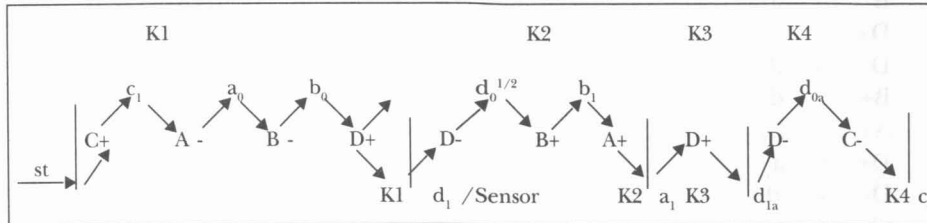
Jujukan gerakan silinder dibahagikan kepada beberapa kumpulan. Setiap kumpulan mestilah tiada operasi silinder yang sama. Penyusunan dan pemilihan kumpulan adalah seperti di *Rajah 4*.

PERUNTUKAN SUIS HAD (LIMIT SWITCH)

Peruntukan dalam suis had, *Rajah 5*, adalah mengikut jujukan gerakan dalam kumpulan. Suis had yang berfungsi sebagai penukaran kumpulan ditulis di bawah kumpulan dan suis had yang berfungsi memberi isyarat ke dalam kumpulan ditulis di atas.



Rajah 4. Kumpulan operasi



Rajah 5. Peruntukan suis had

REKA BENTUK LITAR ELEKTRIK

Penggunaan injap kawalan operasi-gegelung 4/3 bagi kegunaan pelbagai gerakan silinder memerlukan simbol elektrik dan gambar rajah tangga. Keputusan yang akan diperolehi adalah kompleks. Walau bagaimanapun dengan penggunaan kaedah logik, proses reka bentuk ini dapat dipermudahkan.

Litar kawalan hidraul mestilah dikendalikan secara manual bagi memulakan langkah pertama. Penggunaan suis had adalah di bawah keadaan seperti berikut:

1. Silinder C mestilah teranjak keluar sebelum langkah 2 bermula (LS C1).
2. Silinder A mestilah teranjak masuk sebelum langkah 3 bermula (LS AO).
3. Silinder B mestilah teranjak masuk sebelum langkah 4 bermula (LS BO).
4. Silinder D mestilah teranjak keluar sebelum langkah 5 bermula (LS D1).
5. Silinder D mestilah teranjak masuk sebelum langkah 6 bermula (LS DO12).
6. Silinder B mestilah teranjak keluar sebelum langkah 7 bermula (LS B1).
7. Silinder A mestilah teranjak keluar sebelum langkah 8 bermula (LS A1).
8. Silinder D mestilah teranjak keluar sebelum langkah 9 bermula (LS D1A).
9. Silinder D mestilah teranjak masuk sebelum langkah 10 bermula (LS DO).
10. Silinder C teranjak keluar (LS CO).

* LS - Suis had (Limit switch).

Langkah pertama untuk membentuk litar elektrik bagi sistem kawalan hidraul adalah memerlukan jadual pernyataan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2. Injap kawalan operasi-gegelung 4/3 disenaraikan dari 1 hingga 8 secara menurun.

JADUAL 2
Jadual penyataan untuk membentuk litar elektrik

Geganti	Injap gegelung	1 PB/CO	2 LSCI	3 LSAO	4 LSBO	5 LSDI	6 LSDOI/2	7 LSBI	8 LSAI	9 LSDIA	10 LSDO
CR9	1	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0
CR3	2	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0
CR8	3	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0
CR4	4	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0
CR2	5	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C12	6	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0
CR5 & CR11	7	0	0	0	X	0	0	0	X	0	0
CR7 & CR14	8	0	0	0	0	X	0	0	0	X	0

Aturan pergerakan silinder dari 1 hingga 10 disenaraikan secara mendatar pada bahagian atas jadual.

Tanda "X" menunjukkan bahawa injap kawalan operasi-gegelung 4/3 diaktifkan. Di bawah aturan pergerakan merupakan kedudukan suis yang akan memulakan langkah pergerakan. Suis tekan (push button switch) PB, diletakkan di bawah Langkah 1 dan berfungsi sebagai permulaan kitaran.

Memandangkan isyarat elektrik dari suis tekan hanyalah seketika atau sedetik maka satu komponen yang dapat memanjangkan isyarat ini perlu digunakan supaya silinder C dapat bergerak keluar sepenuhnya pada Langkah 1. Komponen yang digunakan adalah geganti dan geganti ini berfungsi sebagai ingatan bagi menyimpan isyarat masukan seperti penggunaan injap laluan 4/2 dalam sistem kasked.

Merujuk pada *Rajah 4*, terdapat empat kumpulan yang diperlukan dalam reka bentuk litar kawalan. Empat kumpulan ini berfungsi sebagai ingatan di dalam sistem kawalan pada reka bentuk litar hidraul. Geganti yang berfungsi sebagai ingatan adalah CR1, CR6, CR10 dan CR13.

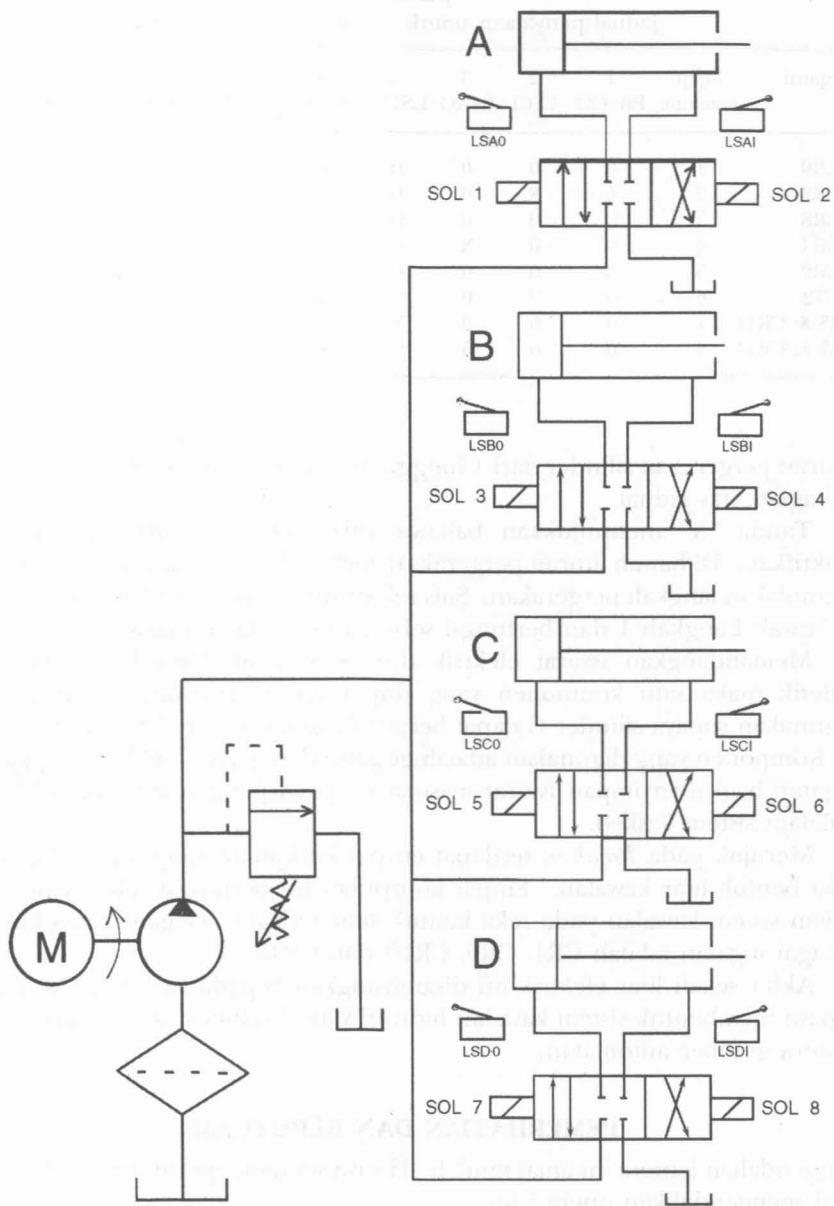
Akhir sekali litar elektrik ini disambungkan kepada litar hidraul, *Rajah 6*, supaya membentuk sistem kawalan hidraul yang berfungsi sebagai pengoperasi jentera grabber automatan.

PEMERHATIAN DAN KEPUTUSAN

Pengendalian jentera ini amat mudah. Hanya seorang operator yang diperlukan bagi mengendalikan operasi ini.

Bagi mengendalikan jentera ini, pemandu perlu memandu traktor mini ke arah tandan kelapa sawit. Pada ketika ini kedudukan jentera adalah pada kedudukan rehat. (Gambar 1).

Untuk mengangkat tandan kelapa sawit, pemandu perlu menekan satu butang kawalan dan jentera ini secara automatan akan bergerak ke kedudukan sedia. (Gambar 2). Pada kedudukan sedia pemandu perlu memandu traktor mini supaya tandan kelapa sawit betul-betul masuk ke dalam pengepit. (Gambar 3).



Rajah 6. Litar hidraul dengan penggunaan injap kawalan operasi-gegelung 4/3

JADUAL 3
Keputusan ujian

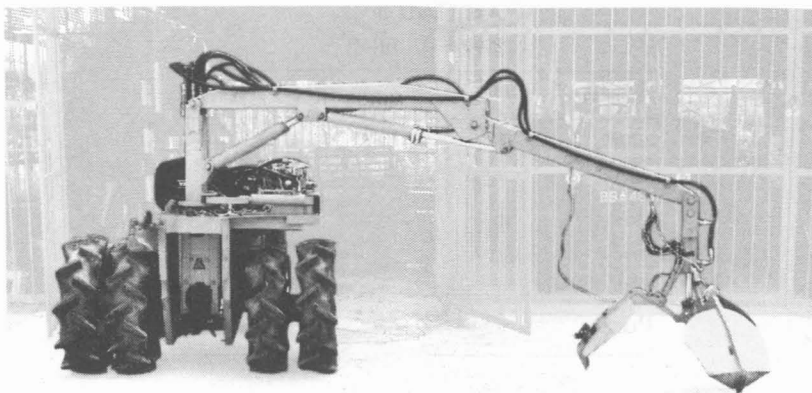
Ujian	Masa (saat)
1	57
2	56
3	55
4	55
5	54
Purata	55.4

Apabila tandan telah berada di dalam pengepit, secara automatan jentera ini akan menyepit tandan kelapa sawit, mengangkat dan meletakkan tandan kelapa sawit ke dalam trailer. (Gambar 4). Selepas tandan dilepaskan ke dalam trailer, jentera ini secara automatan akan kembali ke kedudukan asal iaitu kedudukan rehat.

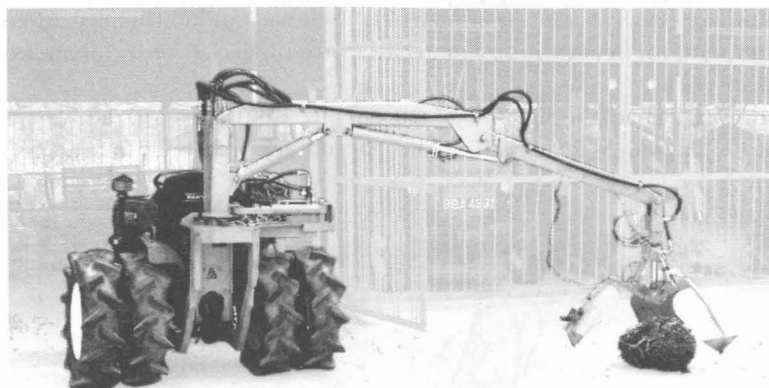
Ujian ringkas telah dijalankan di Fakulti Kejuruteraan, Universiti Putra Malaysia. Ujian yang dijalankan adalah berdasarkan kepada masa pergerakan



Gambar 1. Jentera pada kedudukan rehat



Gambar 2. Jentera kedudukan sedia



Gambar 3. Tandan Kelapa Sawit berada di dalam pengepit.

jentera pemungut kelapa sawit automatan sahaja. Jadual 3 adalah keputusan lima ujian yang telah dijalankan.

Keputusan ujian menunjukkan bahawa secara purata jentera pemungut tandan kelapa sawit beroperasi selama 55.4 saat.

Ujian-ujian yang lain seperti ujian di ladang, kecekapan jentera dan lain-lain lagi tidak dijalankan kerana projek ini hanya menumpukan perhatian terhadap mengautomatkan jentera Grabber sahaja.

KESIMPULAN DAN CADANGAN

Secara keseluruhannya projek ini adalah memuaskan dalam mencapai objektif yang mana penggunaan penderia dapat digunakan dalam sistem kawalan hidraul. Dengan adanya sistem kawalan automatan, jentera Grabber ini tidak lagi dikendalikan secara manual (menggunkan tuil) dan kerja memungut tandan



Gambar 4. Kedudukan Jentera untuk Melepaskan Tandan Kelapa Sawit.

kelapa sawit menjadi lebih mudah, ringkas dan menarik. Keputusan ujian menunjukkan bahawa, masa pergerakan jentera pemungut tandan kelapa sawit automatan ini adalah 55.4 saat. Mengutip, mengangkat dan mengangkut tandan kelapa sawit secara manual bagi 20 tandan kelapa sawit memerlukan masa 1838.5 saat atau purata 91.9 saat bagi sebuah tandan (Zohadie dan Wan Ishak 1982).

Dengan memperkenalkan jentera pemungut tandan kelapa sawit automatan ini, secara tidak langsung akan mengorak langkah ke arah penggunaan teknologi yang lebih tinggi lagi seperti penggunaan robotik dalam industri pertanian.

Bagi mengemaskinikan projek ini supaya lebih cekap dan berkesan, beberapa cadangan telah dibuat:

Mereka bentuk sistem kawalan hidraul supaya dapat memungut tandan kelapa sawit di kiri dan kanan traktor-mini dengan menggunakan kaedah rekabentuk yang sama.

Penggunaan penerima cahaya dalam projek ini digantikan dengan penggunaan visual position sensor supaya jentera pemungut tandan kelapa sawit ini dapat mencari secara automatan lokasi tandan kelapa sawit di atas tanah.

Aturan pergerakan ombok silinder hidraul dikawal dengan menggunakan ganti ditukar kepada penggunaan Programmable Logic Contro (PLC).

RUJUKAN

- GRUTH, R.L. 1965. *The Oil Palm of Malaya*, Ministry of Agriculture.
- PORIM 1991. Laporan Tahunan 1991. Lembaga Penyelidikan dan Kemajuan Minyak Kelapa Sawit, Institut Penyelidikan Minyak Kelapa Sawit Malaysia, Bangi Selangor.
- WAN D. 1973. The use of buffaloes in oil palm fruit collection. *In The Proceedings of the International Oil Palm Conference*, 16-18 Nov. 1972. Incorporated Society of Planters.
- ZOHADIE B.M. 1988. Harvesting and transportation of oil palm fresh fruit branches, research abstracts, Universiti Pertanian Malaysia.
- ZOHADIE B.M. dan WAN ISHAK 1982. Collection and transportation of oil palm FFB during Harvesting. *The Planter* **58(681)**: