

Rancang Bangun *Cam Operated Switch* untuk Saklar Pemindah

Suwitno, Budhi Anto, Ambrosius Wahono
Fakultas Teknik, Universitas Riau

Abstrak

Pada instalasi listrik, saklar pemindah berfungsi untuk memindahkan pasokan tenaga listrik dari jaringan utilitas (jaringan listrik PLN) ke sumber tenaga listrik cadangan seperti genset ketika pasokan tenaga listrik dari jaringan utilitas terputus. Saklar pemindah akan kembali ke posisi normalnya apabila pasokan tenaga listrik dari jaringan utilitas telah kembali pulih. Artikel ini memaparkan rancang bangun suatu saklar yang digerakkan oleh cam atau cam operated switch untuk digunakan sebagai saklar pemindah. Saklar pemindah mempunyai 3 posisi, posisi 0 atau posisi netral digunakan untuk membuka hubungan beban listrik dari jaringan listrik PLN dan dari genset, posisi I digunakan untuk menghubungkan beban listrik ke jaringan listrik PLN dan posisi II digunakan untuk menghubungkan beban listrik ke genset. Sudut kerja cam adalah ± 30 derajat. Posisi I dicapai dengan menggerakkan cam 30 derajat berlawanan arah jarum jam dan posisi 0. Posisi II dicapai dengan menggerakkan cam 30 derajat searah jarum jam dari posisi 0. Limit switch digunakan sebagai saklar yang nantinya akan disentuh oleh cam. Apabila limit switch disentuh oleh cam, maka kontak dari limit switch akan menutup dan apabila cam tidak menyentuh limit switch, maka kontak limit switch akan terbuka. Cam nantinya akan digerakkan oleh motor stepping variable reluctance dengan panjang langkah 30 derajat.

Kata Kunci: Saklar Berpenggerak Cam, Saklar Pemindah

I. PENDAHULUAN

Saklar pemindah memegang peranan penting dalam menjamin keandalan pasokan tenaga listrik ke beban. Instalasi-instalasi listrik dengan keandalan tinggi membutuhkan jaringan distribusi listrik dengan tingkat keandalan yang tinggi disertai dengan pemasangan sumber tenaga cadangan seperti genset. Ketika jaringan distribusi listrik gagal memasok tenaga listrik, maka beban-beban listrik akan dicatu oleh genset dengan cara memindahkan posisi kontak-kontak dari saklar pemindah. Apabila keadaan jaringan distribusi listrik sudah kembali normal, maka saklar pemindah akan memindahkan kembali posisi pasokan tenaga ke posisi normal sehingga beban-beban listrik kembali dicatu oleh jaringan distribusi.

Saklar pemindah mekanik merupakan jenis yang paling banyak digunakan pada instalasi listrik selama beberapa dekade. Pemilihannya dikarenakan oleh perawatan yang mudah dan harga yang murah. Namun demikian dia mempunyai kekurangan yaitu lamanya waktu transisi dari satu posisi ke posisi yang lain (Sannino, 2001). Jenis saklar pemindah yang lain adalah saklar pemindah statis yang menggunakan thyristor (Hosseini et al., 2000, Cheng, 2004).

Saklar pemindah statis menawarkan waktu transisi yang cepat sehingga keandalan pasokan tenaga listrik ke beban dapat dipertahankan, tetapi dia juga mempunyai kelemahan yaitu tingginya rugi-rugi konduksi thyristor. Suatu upaya untuk mengkombinasikan keunggulan kedua jenis saklar pemindah tersebut telah dilakukan oleh Bing Tian

sehingga diperoleh saklar pemindah hibrid, dimana saklar pemindah statis digunakan pada saat transisi pasokan tenaga listrik sedangkan saklar pemindah mekanik digunakan pada keadaan mantap (Tian et al., 2013).

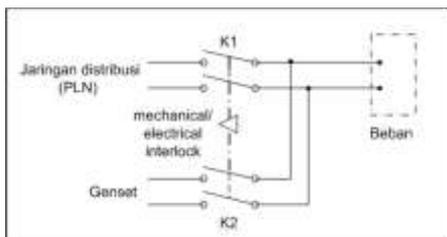
Saklar pemindah yang terpasang pada sistem kelistrikan dengan keandalan tinggi harus dapat dioperasikan baik secara otomatis maupun secara manual (Olson, 2007). Perlengkapan operasi secara manual diperlukan sehingga apabila sistem kendali otomatis saklar pemindah mengalami kegagalan, proses transisi pasokan tenaga listrik masih dapat dilakukan secara manual. Persyaratan tersebut tidak akan dapat dipenuhi apabila elemen aktuatornya berupa kontaktor maupun thyristor karena kesulitan-kesulitan teknis pada operasi manualnya. Oleh karena itu menemukan suatu mekanisme baru saklar pemindah yang dapat melaksanakan operasi secara otomatis dan operasi secara manual merupakan suatu ide yang menantang.

Dalam penelitian ini kami mengusulkan suatu mekanisme baru proses transisi kontak-kontak saklar pemindah dimana sebagai elemen aktuator digunakan suatu *cam switch* yang digerakkan oleh motor stepper *variable reluctance*. Operasi otomatis dipegang oleh rangkaian kendali motor stepper *variable reluctance*, sedangkan operasi manual dilakukan dengan menggunakan tuas yang terpasang pada poros motor stepper *variable reluctance*.

II. KAJIAN PUSTAKA

Saklar pemindah pada dasarnya terdiri atas 2 kelompok kontak pada operasi yang saling mengunci. Sebuah saklar pemindah diilustrasikan pada Gambar 1. Kontak-kontak K1 menghubungkan beban listrik dengan jaringan distribusi PLN, sedangkan kontak-kontak K2 menghubungkan beban listrik dengan genset. Apabila kontak-kontak K1 pada posisi tutup, kontak-kontak K2 dikunci pada posisi buka, sehingga beban listrik dilayani oleh jaringan distribusi PLN saja. Demikian pula apabila kontak-kontak K2 pada posisi tutup, kontak-kontak K1 dikunci pada posisi buka, sehingga tenaga listrik hanya dipasok oleh genset. Jaringan distribusi dan genset tidak dapat bersama-sama memasok tenaga listrik ke beban untuk menghindari kerusakan pada genset.

Dalam kegiatan penelitian ini, untuk mendapatkan susunan kontak-kontak yang saling mengunci maka digunakan *cam switch*. Adapun alasan pemilihan *cam switch* sebagai saklar pemindah adalah bahwa alat ini telah sering digunakan sebagai saklar pemindah manual pada banyak instalasi rumah tinggal, pertokoan dan perkantoran.



Gambar 1. Diagram pengawatan saklar pemindah untuk instalasi 1-fasa 2-kawat

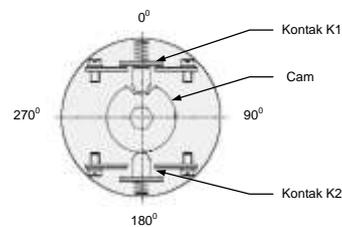
Gambar 2 memperlihatkan sebuah *cam switch* yang biasa digunakan sebagai saklar pemindah manual pada instalasi rumah tinggal. Terdapat 3 posisi pada alat tersebut. Posisi **I** adalah posisi yang menghubungkan beban listrik dengan jaringan listrik PLN, posisi **II** adalah posisi yang menghubungkan beban listrik dengan genset dan posisi **0** adalah posisi netral yang berarti beban listrik tidak terhubung ke jaringan listrik PLN maupun ke genset. Transisi dari posisi satu ke posisi lainnya dilakukan dengan menggerakkan tuas yang terpasang pada *cam switch* tersebut.



Gambar 2. Sebuah *cam switch* digunakan sebagai saklar pemindah manual

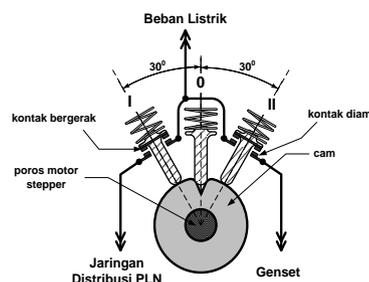
Menurut kamus Merriam Webster (www.merriam_webster.com) yang dimaksud dengan *Cam operated switch* atau *cam switch* adalah suatu saklar yang berfungsi menyambung dan memutuskan rangkaian listrik menggunakan satu set kontak-kontak yang digerakkan oleh sebuah cam yang bergerak rotasi (*rotary cam*). Cara kerja sebuah *cam switch* dijelaskan dengan mengacu pada Gambar 3. Pada saat cam pada posisi 0 derajat, maka kontak K1 pada posisi tutup dan kontak K2 pada posisi buka. Apabila cam digerakkan 90 derajat (dengan menggunakan suatu tuas), maka kontak K1 dan kontak K2 pada posisi buka. Apabila cam digerakkan 180 derajat, maka kontak K1 pada posisi buka dan kontak K2 pada posisi tutup. Dengan mekanisme tersebut, keadaan saling mengunci antara kontak K1 dan kontak K2 telah terpenuhi.

Agar proses transisi kontak-kontak *cam switch* dapat dikendalikan secara otomatis, maka diperlukan instrumen penggerak cam. Disini telah dipilih motor listrik sebagai instrumen penggerak cam, karena gerakan motor listrik dapat dengan mudah dikendalikan. Motor listrik secara langsung menggerakkan cam dengan cara memasang cam tersebut pada bagian poros motor listrik. Selanjutnya motor listrik akan menggerakkan cam ke posisi yang diinginkan, apakah pada posisi 0 derajat, 90 derajat atau 180 derajat.



Gambar 3. Cara kerja *cam switch*

Motor stepper *variable reluctance* telah dipilih untuk menggerakkan cam secara langsung. Motor stepper bergerak langkah demi langkah dengan panjang langkah yang sama. Motor stepper yang akan digunakan mempunyai panjang langkah 30 derajat, sehingga *cam switch* harus dirancang untuk dapat bergerak dengan pola gerak rotasi 30 derajat berlawanan arah jarum jam dari kedudukan 0 derajat dan 30 derajat searah jarum jam dari kedudukan 0 derajat. *Cam switch* yang dibuat diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan konseptual *cam switch*

III. METODE PENELITIAN

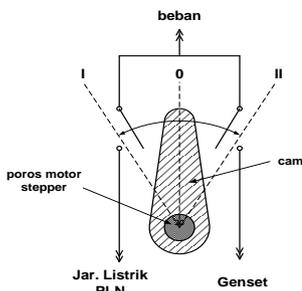
Kegiatan penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan langkah-langkah sebagai berikut,

1. Merancang *cam switch* dengan sudut kerja 30 derajat yang dapat digerakkan secara langsung oleh suatu motor stepper yang mempunyai panjang langkah 30 derajat.
2. Membuat *cam switch* dengan sudut kerja 30 derajat
3. Melakukan pengujian fungsional terhadap alat yang dibuat
4. Melakukan integrasi *cam switch* dengan motor listrik penggeraknya yaitu motor stepper *variable reluctance*

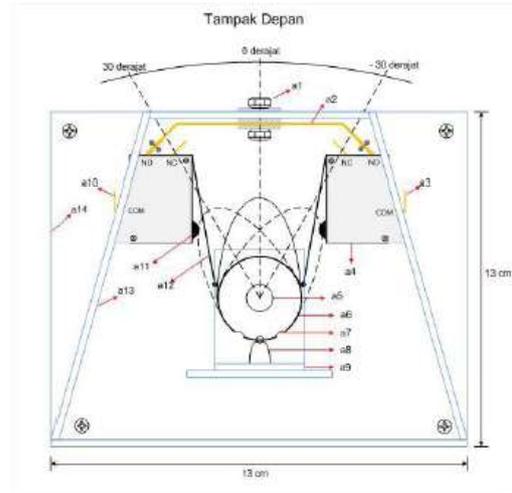
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe *cam switch* yang dibuat menggunakan 6 buah limit switch dan 3 buah cam sehingga membentuk 3 sel *cam switch*. Cara kerja *cam switch* yang dibuat dapat dijelaskan menggunakan diagram pada Gambar 5. Material yang digunakan untuk cam adalah plastik akrilik. Material ini juga digunakan untuk membuat selengkap *cam switch*.

Pada Gambar 5, setiap sel terdiri atas susunan yang terdiri atas 2 limit switch yang berhadapan dan sebuah cam. Pada setiap sel, cam dapat bergerak ± 30 derajat dari posisi netral (posisi 0). Gerakan cam -30 derajat (30 derajat berlawanan arah jarum jam) menyebabkan cam menyentuh limit switch sebelah kiri, sedangkan gerakan cam +30 derajat (30 derajat searah jarum jam) menyebabkan cam menyentuh limit switch sebelah kanan. Limit switch sebelah kiri digunakan untuk menghubungkan beban listrik ke jaringan distribusi PLN, sedangkan limit switch sebelah kanan digunakan untuk menghubungkan beban listrik ke genset. Ketiga sel *cam switch* tersebut kemudian ditumpuk sehingga membentuk suatu *cam switch* dengan 3 sel. Susunan seperti ini dipilih agar *cam switch* dapat digunakan untuk menyambung dan memutuskan beban 3-fasa. Prototipe *cam switch* secara lengkap diperlihatkan pada Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11. Gambar 12 memperlihatkan *cam switch* yang terpasang pada motor stepping *variable reluctance*.



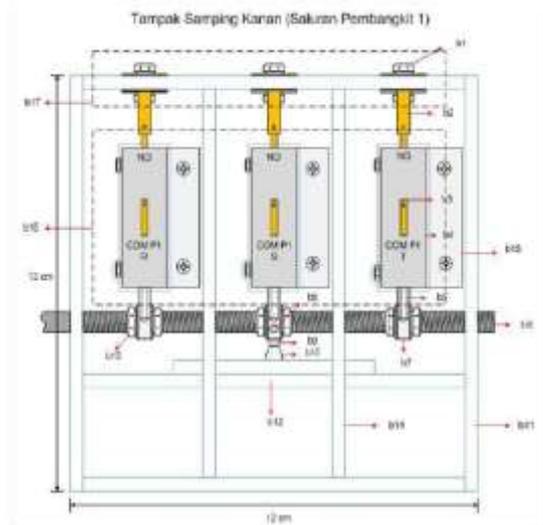
Gambar 5. Diagram satu sel dari *cam switch* yang tersusun dari 2 limit switch yang berhadapan dan sebuah cam



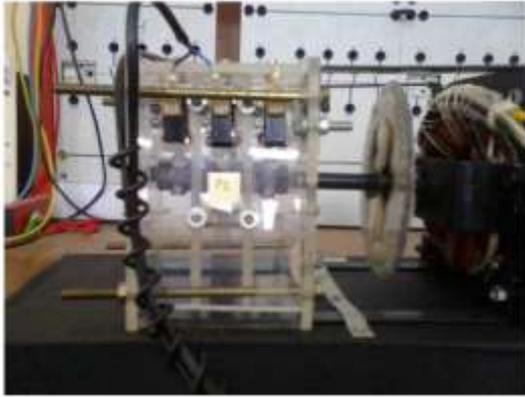
Gambar 6. *Cam switch* tampak depan



Gambar 7. *Cam switch* tampak depan



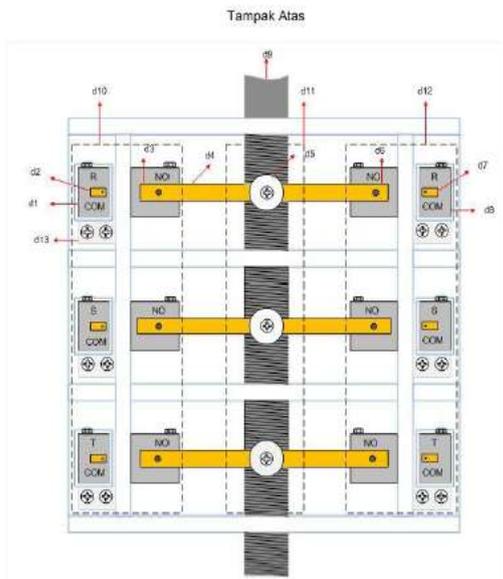
Gambar 8. *Cam switch* tampak samping kanan *cam switch* tersusun dari 2 sel yang ditumpuk



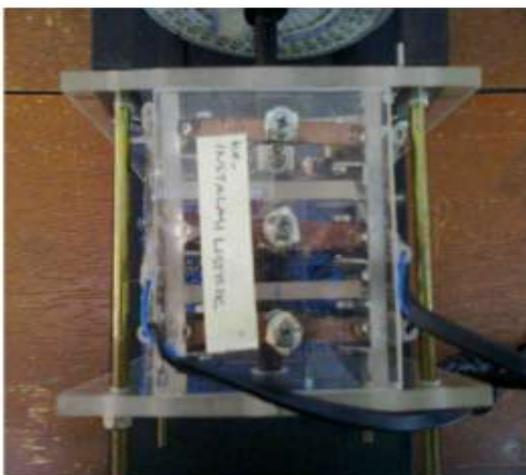
Gambar 9. Cam switch tampak samping kanan



Gambar 12. Cam switch yang terpasang pada motor stepping variable reluctance



Gambar 10. Cam switch tampak atas, cam switch tersusun dari 3 sel yang ditumpuk



Gambar 11. Cam switch tampak atas, cam switch tersusun dari 3 sel yang ditumpuk

V. KESIMPULAN

1. Suatu prototipe cam switch untuk saklar pemindah berpengerak motor stepping variable reluctance telah dibuat. Cam switch yang dibuat terdiri atas 3 sel dengan setiap sel terdiri atas susunan 2 limit switch dan sebuah cam. Pada setiap sel, limit switch pertama digunakan untuk menghubungkan beban dengan jaringan distribusi PLN dan limit switch yang lain digunakan untuk menghubungkan beban dengan genset. Gerakan cam adalah ± 30 derajat dari posisi netral.
2. Gerakan cam -30 derajat atau 30 derajat berlawanan arah jarum jam dari posisi netral menyebabkan cam menyentuh limit switch pertama sehingga beban terhubung ke jaringan distribusi PLN. Gerakan cam $+30$ derajat atau 30 derajat searah jarum jam dari posisi netral menyebabkan cam menyentuh limit switch kedua sehingga beban terhubung ke genset. Cam switch dengan 3 sel dibuat dengan tujuan agar alat ini dapat digunakan sebagai saklar pemindah untuk beban 3-fasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua LPPM Universitas Riau atas pembiayaan penelitian ini dan juga kepada Ambrosius Wahono, alumni Program D3 Teknik Listrik Universitas Riau atas kerjanya sehingga peralatan ini dapat direalisasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cheng PT & Chen YH., 2004, *Design and Implementation of Solid State Transfer Switches for Power Quality Enhancement*. IEEE 35th Annual Conference on Power Electronics Specialists. 2. pp.1108-1114.
- [2] Hossein M, Sashi B & Dewan IRM, 2000, *Performance Evaluation of Thyristor Based Static Transfer Switch*. IEEE Transaction on Power Delivery. 15. pp.960-966.

- [3] Olson G., 2007, *Bypass Transfer Switch Mechanisms*. Cummins Power Generation..URL: www.cumminspower.com/www/literature/technicalpapers/PT-6013-BypassTransfer-en.pdf.
- [4] Sannino A., 2001, *Power Quality Improvement in An Industrial Plant with Motor Load by Installing Static Transfer Switch*. IEEE Thirty-Sixth Industry Applications Conference (IAS) Ann. Meeting, 2. pp.782-788.
- [5] Tian B, et al., 2013, *400-V/1000 kVA Hybrid Automatic Transfer Switch*. IEEE Transaction on Industrial Electronics. 60 (12). pp. 5422-5435.

