

# SISTEM PROPULSI ELEKTRIK



Sepuluh tahun belakangan ini, motor listrik sudah mulai banyak digunakan sebagai sumber daya untuk propulsi pesawat terbang model. Dimulai dari banyaknya mobil-mobil mainan anak-anak, perahu-perahu bertenaga baterai, mobil-mobilan yang dapat berjalan sendiri, hingga akhirnya pesawat terbang yang dikendalikan dengan radio kontrol, serta helikopter dengan tenaga baterai di dua tahun belakangan ini. Mulai meluasnya mainan dari pesawat model yang bertenaga baterai, diantaranya dipengaruhi oleh ditemukannya berbagai sistem motor listrik maupun sumber daya baterai yang memadai untuk digunakan di dunia aeromodeling ini. Bagaimanapun sistem propulsi elektrik ini akan berkembang terus seiring dengan ditemukannya berbagai macam motor-motor listrik bertenaga besar dan juga sistem-sistem penampungan sumber daya yang merupakan baterai dalam hal ini.

Di Asia sistem propulsi elektrik di dominasi oleh Jepang, sedangkan Jerman dengan berbagai macam produk motor listriknya memenangkan lomba-lomba di daerah Eropa, sementara beberapa produk unggulan di Amerika Serikat memang tetap memiliki ketenaran yang tersendiri.

Ada beberapa keuntungan dengan digunakannya motor listrik dan baterai sebagai sumber daya propulsi. Pertama adalah dari segi tidak berisiknya motor listrik. Memang tidak adanya ledakan atau pembakaran di dalam motor listrik, maka motor sistem propulsi tidak terlalu mengganggu dalam hal suara. Namun untuk propeler-propeler tertentu yang diputar dengan kecepatan dan rpm yang cukup tinggi, maka faktor suara tetap akan timbul akibat kecepatan putar daripada propeller atau baling-baling menghisap dan mendorong udara.

Dengan adanya motor-motor yang berdaya besar yang tentunya menghasilkan daya yang memadai untuk digunakan sebagai sistem propulsi pesawat terbang model, kita memerlukan baterai sebagai sumber potensi daya, juga yang berdaya besar atau berkapasitas besar. Saat ini memang kebutuhan listrik yang berdaya besar sudah mulai terlihat dengan jelas. Berbagai jenis motor listrik dengan aplikasi-aplikasi khusus, baik yang digunakan sebagai penghasil torsi besar maupun sebagai pemutar dalam kecepatan tinggi, sudah banyak diproduksi oleh pabrik-pabrik pesawat terbang model.

Di Jepang kita mengenal Kyosho Cooperation dan Gropner di Jerman. Sedangkan Astro Flight sudah demikian terkenal di Amerika Serikat dengan berbagai motor cobaltnya. Motor-motor yang berdaya besar ini terlihat jelas memiliki perbedaan dalam segi dimensinya. Pertama dari segi ukuran dan beratnya, motor-motor yang berdaya besar memiliki diameter antara 4 sampai 6 cm dan kemudian dari segi beratnya, bisa mencapai 300 gr. Di beberapa motor listrik, saya menjumpai adanya kawat berdiameter 0,8 mm digunakan sebagai kumparannya. Motor-motor yang berukuran sedang memiliki atau menggunakan kawat berdiameter 0,3 mm sebagai kumparannya. Namun tidak sedikit motor yang menggunakan kawat yang berdiameter 0,6 dan 0,7 sebagai kumparan utamanya.



Dengan kawat kumparan berdiameter besar yang memang ditujukan untuk menghasilkan daya yang besar, motor listrik ini akan mampu dilalui oleh arus listrik yang berkekuatan besar. Dalam kondisi stasioner motor-motor listrik ini umumnya hanya memerlukan daya antara 1 hingga 3 ampere, namun dalam kondisi terbebani dalam penggunaan dan aplikasi di lapangan, motor-motor ini akan sanggup dilalui oleh arus 30 sampai 40 ampere.

Dengan berlalunya arus listrik yang besar sekali di motor listrik, pada produsen juga merancang sistem komutator atau pemutus arus ke lilitan di motor listrik sedemikian hebatnya. Beberapa motor bahkan memiliki sifat memudahkan bagi penggunaannya untuk mengganti-ganti sikat komutatornya. Motor listrik tertentu di dunia pesawat terbang model bahkan di rancang tanpa komutator, tanpa sikat, sehingga mereka dengan bangga menyebut sebagai brush less motor. Dapat dibayangkan bagaimana motor seperti ini dapat bekerja secara efisien karena tidak ada percikan bunga api akibat lompatan arus listrik, khususnya untuk bekerja pada daya yang besar. Lilitannya sendiri dibuat secara khusus, beberapa diantaranya menggunakan kawat ganda atau 2 kali lilitan pada rotornya. Kondisi seperti ini diperlukan untuk memberikan torsi yang besar.

Beberapa produsen motor listrik, ada yang menggunakan magnet dari material tertentu. Magnet-magnet ini terus dikembangkan dalam riset-riset mereka untuk menghasilkan motor-motor listrik unggulan. Khusus untuk motor-motor listrik yang menggunakan sikat atau komutator, ada keunggulan yang lainnya yang ditawarkan bila motor listrik ini di beri kapasitor pelindung, khususnya dipasang di

terminal masukan. Kapasitor seperti ini disamping akan meningkatkan efisiensi motornya, juga akan melindungi sistem kendali radio dari interference percikan bunga api di alat komutatornya.

Ada beberapa jenis ukuran motor listrik dipergunakan di dunia pesawat terbang model ini. Oleh karena itu pula, maka dibuatlah kelas-kelas yang memadai sebagai pengelompokkan. Dari beraneka jenis motor listrik, dikenal adanya kelas 1/2 A, kelas 05, kelas 15, kelas 25, kelas 40, kelas 60, dan sekelas di atasnya. Motor-motor listrik dalam berbagai kelas, seperti kelas 05 dan kelas 15 akan mulai mempunyai daya atau output yang setara dengan daya yang dikeluarkan oleh motor letup atau motor piston yang berkapasitas 0,05 kubik inch dan 0,15 kubik inch.



Saya melihat di beberapa jenis motor yang terkenal, seperti Kyosho Limans, Trimity, Gropner dan dari Asrto Flight, motor-motor tersebut dikenal sebagai motor yang efisien dan sanggup berprestasi tinggi sebagai penggerak sistem propulsi pesawat terbang model. Sebagai orang teknik, kita juga harus memperhatikan bagaimana karakteristik daya, yang dalam hal ini sebagai kurva karakteristik torsi terhadap kecepatan atau rpmnya dan dihubungkan dengan karakteristik daya masukan, yang dalam hal ini adalah arus terhadap tegangan. Tentunya motor-motor listrik seperti ini, seperti halnya sistem-sistem yang lain, akan mempunyai suatu titik optimumnya yakni suatu titik yang efisien sedemikian rupa, sehingga daya yang dihasilkan sangat mendekati daya input listrik yang dimasukkan.

Dengan bekerja pada titik yang paling efisien, motor tidak akan menjadi cepat panas, sedangkan daya yang dihasilkan menjadi lebih besar.

Dari beberapa motor listrik yang dirancang khusus untuk motor listrik pesawat terbang model, ditemukan beberapa titik optimum yang berefisiensi tinggi, terletak di putaran yang tinggi dalam hal ini antara 10.000 hingga 20.000 rpm. Dengan putaran yang setinggi ini, arus yang dilewatkan akan kecil saja. Dibandingkan dengan pembebanan dalam torsi yang besar, motor listrik akan bekerja secara lebih efisien dan baterai akan bersifat lebih awet karena arus yang dikeluarkan cukup kecil saja. Untuk itulah maka diciptakan adanya suatu pereduksi putaran atau gigi-gigi reduksi.

Sistem-sistem reduksi atau reduction system yang sudah banyak dikenal, diproduksi oleh Master Airstrue sebagai penghasil propeler terkenal di Amerika Serikat. Kemudian Astro Flight yang juga menghasilkan berbagai motor sistem reduksi sangat kompak dan umumnya gigi-gigi reduksi ini mempunyai rasio

putaran atau perbandingan putar sekitar 1 : 3. Dengan perbandingan seperti ini, maka kita dapat menggunakan propeller yang berputar dengan kecepatan 8000 rpm, untuk motor yang berputar sekitar 24.000 hingga 30.000 rpm.



Baterai-baterai yang berdaya besar memang sangat mendukung berfungsinya motor-motor listrik yang memang menyerap arus yang demikian besar. Ada beberapa baterai yang memang bisa digunakan sebagai sumber daya dari motor listrik ini. Baterai-baterai tersebut memiliki sifat-sifat khusus yang memudahkan para pemakainya. Yang pertama adalah rendahnya hambatan dalam atau iner resistance daripada baterai tersebut. Dengan rendahnya hambatan dalam, maka baterai akan beroperasi dengan lebih dingin dan tentunya lebih baik, karena arus yang akan keluar akan lebih besar.

Baterai-baterai yang berdaya besar pada umumnya harus bisa diisi dengan cepat, dalam hal ini dilakukan pengisian atau charging secara cepat atau quick charging dengan arus masukan antara 1 amper hingga 3 amper. Quick charging biasanya dilakukan langsung oleh para aeromodeler di lapangan dengan menggunakan api atau baterai 12 volt sebagai sumber dayanya.

Ada beraneka jenis ukuran baterai, yakni dari diameter 0,7 cm hingga 2 cm banyak dijumpai di pasaran dengan kapasitas antara 300 mili amper jam hingga 1700 mili amper jam dan mempunyai berat yang cukup memadai dengan rangkaian 6 buah cell baterai yang terhubung secara seri. Baterai sebagai sumber daya propulsi penerbagan mempunyai berat antara 150 hingga 400 gr. Baterai-baterai yang umumnya terbuat dari nickel cadmium memang memiliki sifat-sifat yang seperti diatas, berkapasitas besar, dapat diisi kembali dengan cepat dan memiliki berat yang cukup memadai. Berbagai jenis baterai nickel cadmium yang sudah di pack secara khusus dan sudah disamakan karakteristinya, saat ini sudah banyak dipasarkan di dunia pesawat terbang model.

Di tahun '96 ini juga telah hadir baterai khusus yang terbuat dari material nickel hidrid. Baterai dengan merk dagang Hidrimax ini mempunyai kapasitas antara 1700 mili amper jam dan bahkan lebih tinggi lagi. Dengan fasilitas yang sama dengan baterai nickel cadmium, baterai Hidrimax mempunyai berat yang lebih ringan dan ukuran yang lebih kecil. Hal ini tentunya sangat menolong bagi para aeromodeler yang

memang memerlukan sumber daya baterai yang berkapasitas besar, namun dengan berat yang seminimal mungkin.

Untuk mengendalikan sistem propulsi yang dalam hal ini merupakan baterai dan motor listrik, maka diperlukan sistem kendali atau sistem kontrol untuk mengatur kecepatan menghidup-matikan motor listrik dan juga arus yang berdaya besar tersebut. Sebagai langkah yang paling sederhana, seseorang dapat saja menggunakan perangkat micro switch yang secara mekanik dapat memutus-hubungkan arus yang bekerja sebagai penggerak motor listriknya. Micro switch dalam ukuran bertenaga besar dijumpai di pasaran dengan kapasitas antara 10 hingga 25 ampere. Ada baiknya anda juga memberikan kapasitor pembantu di kutub-kutub micro switch sebagai pencegahan terhadap terbakarnya kontak-kontak mikro switch pada saat digunakan di arus-arus listrik besar.

Sistem aplikasi pemutus hubungan listrik yang lain adalah dengan menggunakan relai. Relai yang saat ini cukup banyak digunakan sebagai pemutus hubungan arus berdaya besar, seperti halnya yang dipergunakan di aplikasi otomotif cukup banyak tersedia di pasaran, harganya pun tidak terlalu mahal dan cukup mudah untuk dipergunakan. Dengan memutus-hubungkan kumparnya terhadap sumber daya, maka relai akan dapat secara andal memutus-hubungkan arus dari baterai ke motor listrik yang berdaya besar.

Beberapa produsen pesawat model sudah memproduksi suatu switch elektronik yang bekerja dengan pulsa proporsional dari radio kontrol. Switch ini akan bekerja seperti halnya relai, namun secara aplikasi akan lebih mudah di terapkan mengingat bahwa trigger yang diperlukan adalah dari pulsa radio kontrol. Di bagian yang paling proporsional akan ditemukan beberapa jenis sistem kendali elektronik yang merupakan electronic speed control. Suatu rangkaian elektronik dengan basis fet dan mosfet yang dijadikan sebagai suatu sistem kendali kecepatan motor listrik yang berbasis pulsa. Pulsa-pulsa listrik yang beberapa diantaranya ditemukan dalam frekuensi yang tinggi. Elektronik speed control pada umumnya akan bekerja secara efisien memutuskan arus dengan pulsa-pulsa dan banyak diantaranya mempunyai impedansi yang sangat rendah sehingga memberikan efisiensi yang sedemikian tinggi, khususnya saat motor bekerja pada kecepatan dan daya yang besar.



Sebagai sistem propulsi pesawat terbang model, tentunya motor-motor listrik ini akan menggerakkan baling-baling atau propeller. Baling-baling yang akan kita pakai disesuaikan ukurannya, baik diameter, speed, kebutuhan dan karakteristik dari motornya. Untuk pesawat-pesawat yang berukuran kecil biasanya digunakan propeler dengan diameter sekitar 6 inch hingga 7 inch. Sedangkan untuk pesawat yang berukuran besar lebih banyak menggunakan propeller yang berdiameter sekitar 8 hingga 11 inch.

Propeller ini banyak dipasang secara tetap atau fixed untuk pesawat-pesawat jenis trainer atau pesawat-pesawat latih. Sedangkan untuk pesawat layang atau glider yang memerlukan efisiensi aerodinamis dengan bentuk yang sangat streamline, propeller yang dapat dilipat merupakan suatu pilihan yang sulit di tawar-tawar lagi. Berbagai jenis speed atau sudut ditawarkan di pasaran, mengingat bahwa motor listrik yang dipergunakan memiliki torsi yang berbeda-beda dan juga memiliki putaran atau rpm yang sangat bervariasi di dalam aplikasinya. Dengan berbagai sistim reduksi, maka propeller-propeller yang mempunyai diameter antara 9 inchi sampai 11 inchi saat ini sangat banyak dipergunakan di arena pesawat layang radio kontrol yang bersistim propulsi listrik.

Mengingat bahwa baterai nickel cadmium maupun baterai Hidrimax sebagai sumber daya propulsi elektrik, memang akan habis dalam waktu yang sangat singkat, maka kita harus memikirkan kembali proses pengisian kembali atau recharging dari baterai-baterai tersebut. Untuk pengisian yang sifatnya sangat lambat misalnya di rumah, ketika kita menyiapkan pesawat terbang model untuk terbang keesokan harinya, baterai-baterai nickel cadmium atau baterai hidrimax dapat kita isi atau charg dengan metoda slow charging, umumnya dipergunakan arus antara 50 hingga 250 mili ampere jam. Sedangkan di lapangan baterai-baterai tersebut akan diisi dengan cara metoda pengisian cepat atau disebut sebagai quick charging.



Metoda pengisian secara cepat akan memerlukan suatu sistim pengaturan yang sebenarnya terdiri atas beberapa sistim kontrol elektronis. Yang pertama adalah dengan mengatur sistim resistensi atau memberikan suatu hambatan pada sistim pengisian. Komponen yang utama adalah suatu reynoldstate atau sejenis resistor yang dapat dirubah-rubah, dan mengingat bahwa bahan atau material penyusun reoldstate adalah nikelin atau niklum yang dapat dilalui oleh arus yang sangat besar, maka pengaturan resistensi sebagai sistim kontrol pengisian cukup diandalkan. Sangat kokoh dan tidak mudah jebol, hal seperti inilah sebenarnya yang diharapkan untuk penggunaan di lapangan yang sangat bervariasi dan seringkali bersifat sangat kasar.

Sistim pengaturan elektronik untuk pengisian yang sering saya jumpai adalah menggunakan pengaturan arus. Komponen dasar yang diperlukan adalah integritis circuit atau IC dari pengaturan arus atau sejenisnya yang memang berfungsi sebagai pengatur arus konstan. Disini kita bisa mengatur dari baterai nickel cadmium atau baterai Hidrimax sebesar yang kita inginkan tanpa harus memikirkan berapa tegangan dari sumber daya yang dipergunakan.

Hal yang lain yang sering saya jumpai dalam sistem pengaturan pengisian adalah dengan menggunakan pulsa-pulsa pengaturan. Saya menjumpai hal seperti ini pada power panel. Dengan memberikan pulsa-pulsa dengan lebar tertentu, maka arus pengisian ke dalam baterai akan dapat diatur dengan mudah. Berbeda dengan pengaturan resistansi dan pengaturan hambatan yang sifatnya merubah energi listrik menjadi energi panas, maka pengaturan pulsa bersifat memutuskan-hubungkan arus untuk mencapai pengisian yang diinginkan. Pengaturan pulsa seperti yang digunakan dalam power panel akan bersifat awet dan tidak akan menimbulkan panas yang berlebihan. Hal seperti ini tentunya akan menguntungkan karena akan menghemat sumber daya api yang kita bawa ke lapangan.

Apabila kita melihat bahwa sumber daya utama untuk pengisian umumnya menggunakan accu 12 volt. Baik itu berasal dari accu mobil atau accu sepeda motor yang kita bawa, maka kita bisa menganggap bahwa baterai yang dipakai adalah terdiri dari 1 hingga 8 cell yang dirangkai secara seri. Dengan dirangkai 8 cell baterai secara seri akan diperoleh tegangan sebesar 10,6 volt. Disini memberikan suatu batasan yang tentunya harus kita berpikir sedemikian rupa, apabila kita menggunakan motor-motor listrik yang ditenagai lebih dari 8 cell, misalnya dengan menggunakan 12 baterai dengan tegangan 14,4 volt. Mengingat bahwa pengisian untuk baterai 12 volt adalah 8 cell baterai maksimum, maka metoda pengisian baterai 12 cell akan dibuat menjadi metoda pengisian paralel yakni membagi 2 kelompok baterai, 6 cell di kelompok satu dan 6 cell di kelompok dua. Kita akan mengisi kelompok satu dan kelompok dua secara paralel dengan menggunakan dioda. Hal seperti ini sudah saya terapkan pada pesawat Optimae Electra yang khusus dirancang untuk menggunakan baterai 12 cell.

Kita mengetahui bahwa saat dioperasikannya motor listrik yang berdaya besar dan juga baterai yang dipergunakan akan menjadi panas pada saat menyalurkan arus yang besar ke motor. Untuk itu, kita juga seharusnya memikirkan faktor pendinginan, yang dalam hal ini berasal dari udara yang melalui atau yang melewati komponen tersebut. Walaupun pada pokoknya motor maupun baterai akan beroperasi dalam waktu yang singkat, misalnya 1 hingga 15 menit, maka pendinginan yang memadai akan memberikan jaminan terhadap prestasi dan efisiensi yang optimal.

Anda yang menggunakan baterai yang jumlahnya besar, misalnya 8 cell atau bahkan 12 cell, yang tentunya memberikan berat yang cukup lumayan antara 200 hingga 400 gr, sebaiknya juga ikut memperhatikan bagaimana menempatkan baterai pada pesawat sehingga akan memberikan titik berat yang sesuai dengan yang direncanakan. Dengan menempatkan ditempat yang tepat, maka prestasi pesawat diharapkan tidak terlalu banyak berubah, khususnya dalam stabilitas terbangnya.

