

MATERIAL NUFTON: ANALISS PENGARUH NYA PADA MOTOR KIPAS ANGIN KECIL (PORTABLE)

Achmad Sunoro
P2PN - BATAN

ABSTRAK

Telah diteliti pengaruh material nufton (nomor paten: P981695) terhadap kumparan rotor motor DC kecil yang biasa digunakan untuk memutar baling-baling kipas angin kecil (portable). Titik berat pengujian adalah untuk membuktikan adanya peningkatan gaya tarik dan atau responsifnya (tanggap) dari motor setelah permukaan kumparan dilapisi dengan material nufton.. Penelitian ini muncul dari fenomena motor listrik kecil yang berubah sifat kelistrikannya yaitu lebih sedikit menarik energi listrik untuk memutar porosnya (dengan beban yang sama) sebagai akibat pelapisan material nufton tersebut. Penemu material nufton berhipotesa bahwa naiknya efisiensi motor listrik kecil tersebut disebabkan pengaruh nufton yang dapat menaikkan response gerakan rotor jangkarnya jika kumparan kawat berlapis nufton dialiri aliran listrik yang terputus-putus (oleh sikat motor - commutator). Namun demikian dalam penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa naiknya efisiensi motor tersebut bukan hanya karena naiknya response tersebut, tetapi juga suatu rekayasa teknik pada kumparan rotor menggunakan material nufton - bukan hanya sekedar kumparan rotor dioles nufton seperti informasi yang berkembang.

ABSTRACT

The nufton material (Pat. No.: P981695) effect on a rotor coil of small DC electric motor used as a portable fan has been investigated. The emphasis of the investigation is to prove whether or not that the nufton material increases the attractive force and or its time response of the coil after the coil has been coated by the nufton on its surface. This investigation occurred after a phenomenon of two similar small DC electric motors in which one of them has been coated with nufton on its armature coil. The motor having nufton material shows qualitatively consume less electric energy than one without the nufton for the same loading. The nufton material inventor gives some hypotheses that the increase of the efficiency of the motor because the nufton material has increased the performance of time constant (natural response) of the armature coil. The nufton material coated on coil will have such characteristics if the current flowing on the coil discontinuously (pulse-alike) and it has been done by the commutator circuits of the motor. However, the research and experiment conducted in this investigation shows that the efficiency increase of the motor is not only because of increase its time constant performance, but also by other technical engineering modification on it: armature coil using the nufton material - not just simply coating the rotor coil using nufton material as what the rumor says.

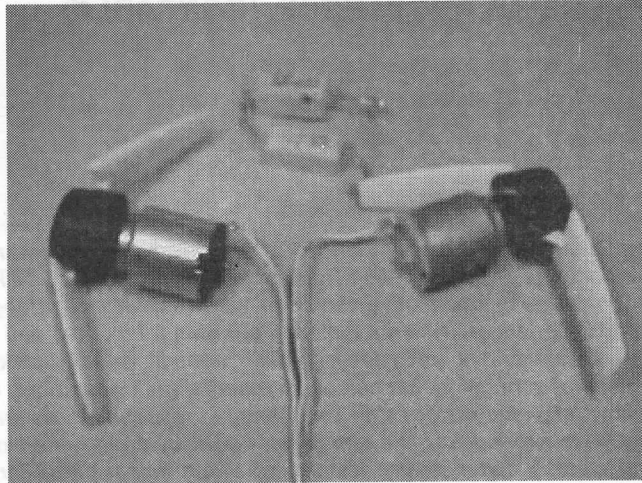
PENDAHULUAN

Material nufton yang ditemukan oleh Budi Purnomo dari Depok, Jawa Barat, yang ditulis dalam dokumen permintaan paten P981695 merupakan material yang terbuat dari damar alami, aluminium silikat, dan Filo silikat^[1]. Material ini diklaim penemunya dapat menurunkan hambatan listrik dari metal yang dialiri listrik dan telah diaplikasikan pada beberapa peralatan elektromekanik.

Dari sample percobaan yang ditunjukkan kepada penulis, secara kualitatif terlihat adanya kenaikan efisiensi penggunaan energi listrik. Seperti juga yang telah dilaporkan juga pada majalah Gatra terbitan bulan Januari 1999 dalam ruang Ilmu & Teknologi^[2], dua buah motor kecil yang sama yaitu kipas angin tangan

(Gambar 1) namun salah satu motor pada kumparan jangkarnya dilapisi dengan material nufton. Informasi awal yang penulis terima bahwa nufton hanya dioleskan pada permukaan kumparan rotornya saja, berakibat kedua motor menunjukkan perbedaan penggunaan energi listrik untuk beban yang sama (beban: baling-baling kipas).

Motor dengan lapisan nufton sanggup memutar baling-baling kipas menggunakan batu baterai yang sudah lemah dimana batu baterai tsb tidak sanggup memberi energi untuk memutar baling-baling kipas dari motor yang tidak menggunakan material nufton. Pengukuran kuantitatif menunjukkan bahwa motor dengan lapisan nufton telah dapat berputar rotornya dengan tegangan 1.2 Volt sedang motor tanpa nufton tidak dapat berputar pada tegangan tersebut.



Gambar 1. Dua motor kecil yang menjadi objek.

Mengacu pada fenomena dua motor tersebut, diskusi berantai telah diadakan di Pusat Pengembangan Perangkat Nuklir (P2PN) BATAN, Serpong, untuk mengungkap apa sebenarnya yang terjadi dengan pelapisan material nufton pada kumparan jangkar (rotor) sehingga berpengaruh pada penarikan energi listrik untuk memutar poros motor. Dari hasil diskusi yang diadakan, penemu nufton berhipotesa (meskipun secara eksplisit tidak dinyatakannya) bahwa kumparan jangkar yang berlapis nufton pada kutubnya akan mempunyai sifat lebih, yaitu akan mempunyai sifat responsif yang lebih cepat dibanding jangkar tanpa nufton, sehingga jangkar motor tersebut akan lebih efisien penggunaan daya listriknya karena telah dibantu dengan sifat responsif (tanggap) yang cepat ini, yaitu kelembaman rotor telah berkurang karena sifat responsif ini. Dari sini diterangkan mengapa baterai yang sudah lemah tersebut diatas masih sanggup memutar rotor motor yang berlapis nufton padahal sudah tidak bisa digunakan lagi untuk motor yang tanpa nufton.

Analisis terhadap kedua motor tersebut dilakukan dalam makalah ini. Dua buah kumparan berinti besi yang sama, namun yang satu dilapisi dengan material nufton, disiapkan sebagai alat bantu disamping empat buah motor kecil yang serupa disiapkan sebagai pembanding. Penelitian ini merupakan langkah awal dimana sifat-sifat materi dari material nufton tidak dipertimbangkan.

HIPOTESA

Dari pertemuan berantai yang dilakukan di Pusat Pengembangan Perangkat Nuklir (P2PN) BATAN, Serpong, antara penemu material nufton dengan staf P2PN yang ditugaskan, penulis berpendapat adanya hipotesa yang tidak secara eksplisit disampaikan oleh penemu nufton. Secara umum pada kondisi tertentu material nufton mempunyai pengaruh terhadap aliran listrik yang mengalir pada logam yang dilapisi oleh material tersebut.

Hipotesa berlanjut bahwa gerakan arus listrik bukanlah elektron-elektron yang bermuatan negatif yang bergerak, tetapi muatan positif lah yang bergerak. Model atom Thomson dimana terdapat kesetimbangan antara muatan positif dan negatif pada material dipakai, namun justru elektron yang bermuatan negative inilah yang menjadi pengganggu sehingga hambatan atau resistansi listrik logam tersebut tinggi. Material nufton yang dilapiskan pada kumparan akan menarik atau menyedot kepinggir elektron-elektron tersebut sehingga ditengah jalur kawat kumparan tersebut akan terbentuk jalur proton positif yang pejal (*rigid*) sehingga dengan sifat pejal tsb hukum kecepatan benda bergerak: "waktu tempuh adalah jarak tempuh dibagi dengan kecepatan gerak" tidak berlaku. Namun dorongan sedikit saja pada salah satu ujung jalur pejal proton tsb akan sampai / terasa pada ujung lainnya tanpa harus menunggu mengikuti hukum

kecepatan benda bergerak tersebut. Berapapun jauhnya atau panjangnya kawat kumparan maka waktu tidak menjadi kendala bagi muatan positif (arus listrik) dalam hipotesa ini. Kondisi proton pejal tersebut akan terbentuk jika kumparan dilapisi material nufton dan arus listrik yang mengalir bersifat pulsa (bukan kontinyu). Kondisi seperti itulah yang menjelaskan mengapa kumparan berlapis nufton menjadi lebih responsip (*time constant* nya besar).

Hipotesa inilah yang menjadi sumber atau pijakan dari penemu material nufton untuk menjelaskan pengaruh material tersebut terhadap beberapa fenomena yang ditimbulkannya. Hipotesa tersebut tidak mengikuti teori ilmu pengetahuan yang saat ini dianggap berlaku (*valid*). Oleh karena itu banyak kesulitan dijumpai dalam perjalanan "memperkenalkan" material tersebut untuk tujuan aplikasi di industri.

DASAR TEORI PERCOBAAN

Untuk mendapatkan kesimpulan yang lebih bersifat umum maka digunakan kumparan kawat berinti besi tersendiri, karena lilitan kawat pada rotor motor tersebut hakekatnya adalah sebuah kumparan listrik berinti besi. Sebuah besi inti (besi lunak) jika dililiti kawat berisolasi (kumparan) dan arus listrik dialirkan padanya, maka pada kutub-kutub besi inti tersebut akan muncul gaya tarik elektromagnet. Besarnya gaya tarik tersebut ditentukan dengan rumus sebagai berikut^[3]:

$$F = \frac{B^2 A}{8 \pi 981000} \quad (1)$$

dimana F adalah gaya kedua kutub yang ditimbulkan dalam Kg. B adalah rapat fluksi magnet dalam Gauss. A adalah luas permukaan kutub besi inti dalam cm². Sehingga dari persamaan (1) tersebut dapat dikatakan bahwa rapat fluksi B mempunyai peran besar terhadap gaya tarik magnet yang ditimbulkan oleh kumparan berarus listrik, disamping luas penampang kutub intinya A. Disamping itu torsi sebuah motor DC ditentukan oleh persamaan berikut^[3]:

$$T = 7.04 K \Phi I \quad (2)$$

dimana K adalah konstanta yang berkaitan dengan struktur mekanik motor, ϕ dan I adalah fluksi dan arus yang mengalir pada

jangkar. Persamaan (2) juga menunjukkan peran arus listrik I yang mengalir pada rotor dan fluksi Φ yang ditimbulkan.

Berpijak dari teori dasar ini akan dilakukan percobaan untuk melihat pengaruh material nufton pada kumparan terhadap fluksi magnet yang ditimbulkannya. Akan diukur nilai B dari dua kumparan (satu dilapisi Nufton dan yang lain tidak) menggunakan alat ukur Gauss meter dengan meletakkan sensor Gauss meter tersebut disekitar kutub kumparan. Posisi sensor Gauss meter sangat menentukan nilai B terukur. Namun demikian karena titik berat penelitian ini hanya untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nilai B sebagai akibat pelapisan material nufton, maka posisi sensor dibuat sama untuk kedua kumparan, sedang nilai numerik dari B yang diperoleh hanya dipakai sebagai besaran pembandingan. Pendekatan demikian ini yang dipakai dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh material nufton terhadap kumparan.

Besaran lain yang akan diamati adalah *time response* arus pada saat transient (*natural response*). Dapat dibuktikan bahwa bentuk persamaan arus yang mengalir pada

$$i = (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) \frac{V}{R} \quad (3)$$

sebuah kumparan akan berbentuk eksponensial sebagai berikut^[4]:

dimana R dan L berturut-turut adalah resistansi dan induktansi kumparan bersangkutan. Faktor penting yang berpengaruh terhadap putaran rotor motor dalam hal ini adalah konstanta waktu (*time constant*) dari kumparan yaitu R/L. Jika konstanta waktu sebuah kumparan besar, itu berarti menurut persamaan (3) kumparan tersebut sangat responsive dan menjadi lembam (*sluggish*) jika konstanta waktunya kecil. Pengaruh material nufton pada konstanta waktu akan diamati melalui pengukuran besaran resistansi dan induktansi kumparan, tidak melalui pengukuran langsung lewat sebuah oscilloscope.

PERCOBAAN DAN DATA

A. Kumparan.

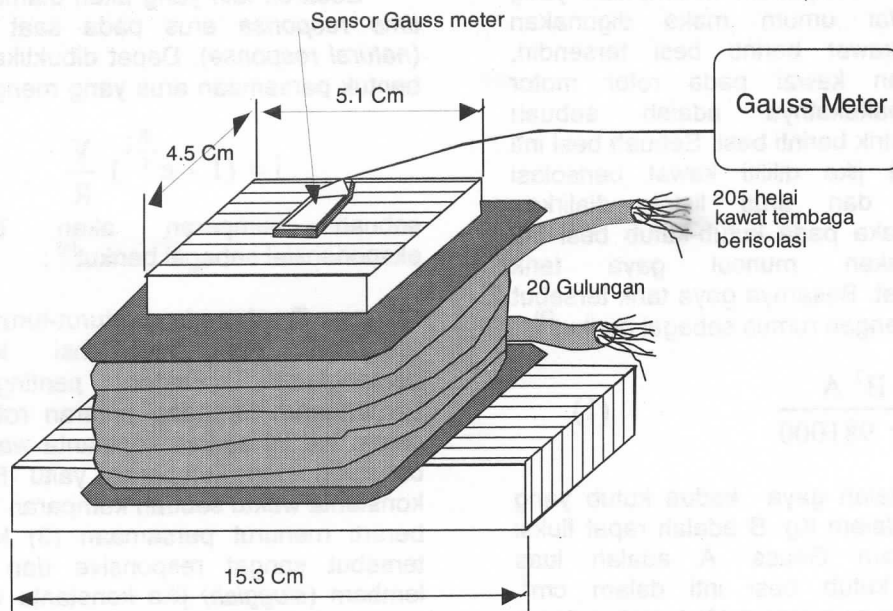
Dua buah kumparan yang sama berinti besi berbentuk T yang dibuat dengan melilitkan berkas kawat tembaga berisolasi (205 helai kawat) dengan jumlah gulungan

20 gulung, namun satu kumparan dilapisi dengan material nufton. Gambar 2 adalah bentuk dari kumparan tersebut dan posisi sensor Gauss meter yang dipakai. Dua kumparan tersebut telah disiapkan oleh penemu nufton sendiri, dan menurut percobaan yang telah dilakukannya bahwa kumparan yang dilapisi nufton mempunyai gaya tarik lebih besar dirasakan secara kualitatif (tidak dengan angka). Penemu nufton menguji kumparan tersebut menggunakan arus listrik yang berasal dari aki 12 Volt..

Percobaan yang telah dilakukan oleh penemu nufton tersebut diulangi, namun hasilnya akan disajikan secara kuantitatif. Tabel 1 serta Gambar 3 dan 4 adalah hasil pengukuran dari kumparan tersebut^[5]. Saklar yang dimaksud dalam Gambar 3 dan 4 adalah saklar yang menghubungkan sumber tegangan dan kumparan bersangkutan. Untuk Gambar 3 saklar tersebut dibuka dan tutup dengan frekwensi yang dapat diatur atau dirubah, sedang untuk Gambar 4 dibuat tetap sebesar 1 Hz.

Table 1. Pengaruh Induktansi dan Resistansi dari material nufton^[5].

Kumparan tanpa nufton			Kumparan dengan nufton			Suhu ruang percobaan (°C)
L (μH)	R (Ohm)	R/L	L (μH)	R (Ohm)	R/L	
487	0.198	406.57	298	0.174	583.89	26



Gambar 2. Dimensi kumparan yang diuji dan Gauss meter.

B. Motor Kecil

Tabel 2 adalah hasil pengukuran statis atas dua buah motor pada Gambar 1 yang menjadi obyek. Perlu diketahui bahwa menurut penemu nufton kedua motor tersebut sebelum salah satunya diolesi nufton adalah sama, namun beliau tidak memberikan data numerik motor sebelum dan setelah diolesi nufton. Dalam

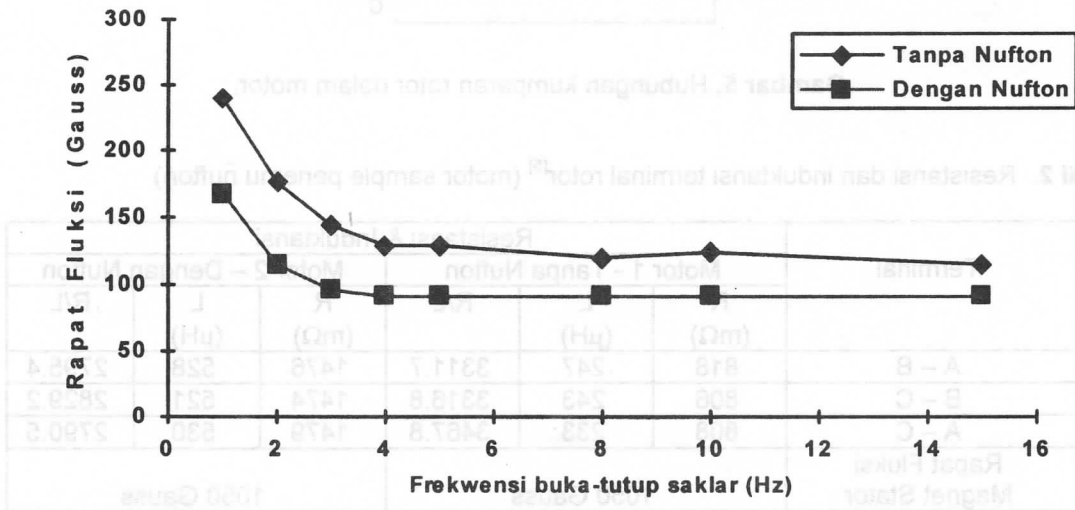
pengukuran ini Tabel 2 adalah data dua buah motor lain dimana salah satu motor rotornya telah di olesi nufton, jadi bukan data satu motor pada kondisi sebelum dan sesudah diolesi nufton.

Pemeriksaan secara visual terhadap kedua motor juga dilakukan. Pertama pemeriksaan mengamati bentuk fisis kedua rotor sebagai akibat pelapisan nufton

padanya. Tidak terlihat adanya perbedaan dimensi mekanik dari kedua rotor, namun kumparan rotor dengan lapisan nufton terlihat lebih kompak terikat pada inti jangkar nya sementara kumparan tanpa nufton terlihat agak longgar (kurang kompak terikat). Kesan dari pengamatan visual ini ialah bahwa kumparan rotor kedua motor

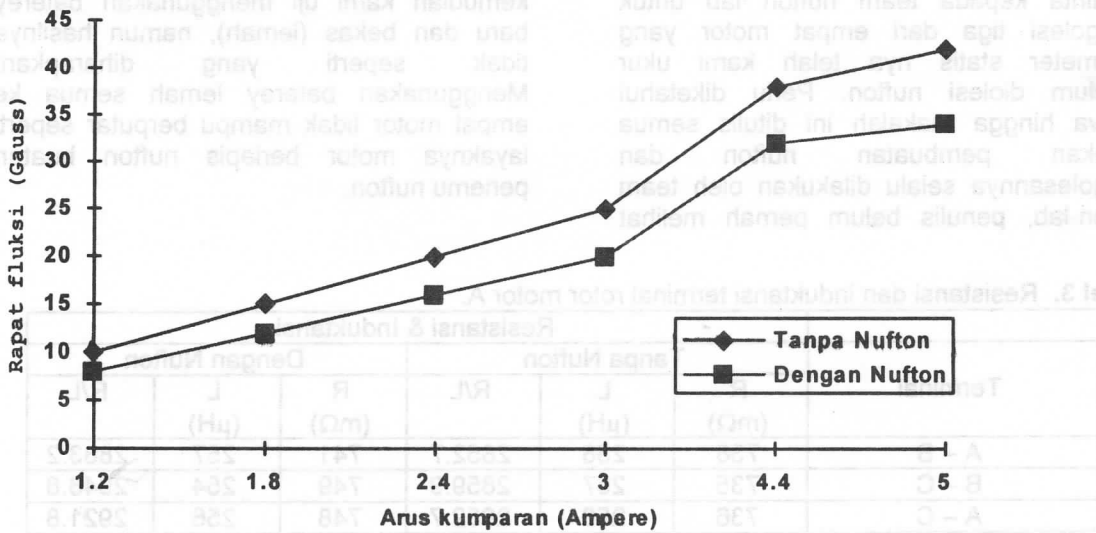
tersebut sulit dikatakan sama sebelum dilapisi nufton. Kemungkinan besar telah terjadi rekayasa pada kumparan rotor dengan nufton, jadi tidak seperti yang diberitakan bahwa rekayasa hanya pelapisan kumparan rotor pada permukaannya saja dengan tidak merubah sama sekali kondisi asli dari rotor.

Arus kumparan 12.5 Ampere, suhu percobaan 26 C

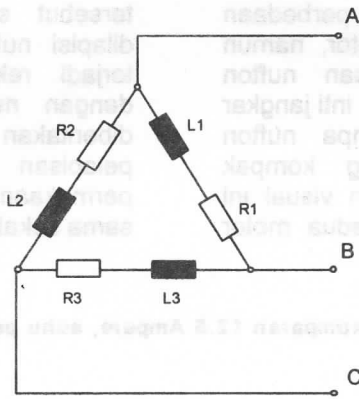


Gambar 3. Kurva perubahan rapat fluksi terhadap frekwensi buka-tutup saklar Pemutus arus yang masuk kumparan^[5]

Frekwensi buka-tutup saklar 1 Hz, suhu percobaan 26 C



Gambar 4. Kurva perubahan rapat fluksi terhadap arus dalam kumparan^[5]



Gambar 5. Hubungan kumparan rotor dalam motor.

Tabel 2. Resistansi dan induktansi terminal rotor^[5] (motor sample penemu nufton)

Terminal	Resistansi & Induktansi					
	Motor 1 - Tanpa Nufton			Motor 2 – Dengan Nufton		
	R (mΩ)	L (μH)	R/L	R (mΩ)	L (μH)	R/L
A – B	818	247	3311.7	1476	528	2795.4
B – C	806	243	3316.8	1474	521	2829.2
A – C	808	233	3467.8	1479	530	2790.5
Rapat Fluksi Magnet Stator	1050 Gauss			1050 Gauss		

Untuk membuktikan informasi yang kami terima bahwa kumparan rotor hanya dilapisi nufton pada permukaannya saja, kami menyediakan empat buah motor kecil serupa dengan sample yang diberikan oleh penemu nufton (motor A, B, C, dan D). Kami meminta kepada team nufton lab untuk mengolesi tiga dari empat motor yang parameter statis nya telah kami ukur sebelum diolesi nufton. Perlu diketahui bahwa hingga makalah ini ditulis semua tindakan pembuatan nufton dan pengolesannya selalu dilakukan oleh team nufton-lab, penulis belum pernah melihat

sendiri proses pembuatan material tersebut dari serbuk yang diutarakan dalam surat pengajuan patennya. Tabel 3, 4, 5 dan 6 adalah berturut-turut data untuk ke empat motor tersebut.

Ke empat motor A, B, C, dan D tersebut kemudian kami uji menggunakan baterai baru dan bekas (lemah), namun hasilnya tidak seperti yang diharapkan. Menggunakan baterai lemah semua ke empat motor tidak mampu berputar seperti layaknya motor berlapis nufton buatan penemu nufton.

Tabel 3. Resistansi dan induktansi terminal rotor motor A.

Terminal	Resistansi & Induktansi					
	Tanpa Nufton			Dengan Nufton		
	R (mΩ)	L (μH)	R/L	R (mΩ)	L (μH)	R/L
A – B	736	258	2852.7	741	257	2883.2
B – C	735	257	2859.9	749	254	2948.8
A – C	736	258	2852.7	748	256	2921.8
Rapat Fluksi Magnet Stator	1050 Gauss			1050 Gauss		

Tabel 4. Resistansi dan induktansi terminal rotor motor B

Terminal	Resistansi & Induktansi					
	Tanpa Nufton			Dengan Nufton		
	R (mΩ)	L (μH)	R/L	R (mΩ)	L (μH)	R/L
A – B	742	260	2853.8	Tidak diolesi nufton		
B – C	744	262	2839.7			
A – C	742	262	2832.1			
Rapat Fluksi Magnet Stator	1050 Gauss					

Tabel 5. Resistansi dan induktansi terminal rotor motor C

Terminal	Resistansi & Induktansi					
	Tanpa Nufton			Dengan Nufton		
	R (mΩ)	L (μH)	R/L	R (mΩ)	L (μH)	R/L
A – B	772	253	3051.4	783	245	3195.9
B – C	752	254	2960.6	767	245	3130.6
A – C	752	256	2937.5	768	247	3109.3
Rapat Fluksi Magnet Stator	1050 Gauss			1050 Gauss		

Tabel 6. Resistansi dan induktansi terminal rotor motor D

Terminal	Resistansi & Induktansi					
	Tanpa Nufton			Dengan Nufton		
	R (mΩ)	L (μH)	R/L	R (mΩ)	L (μH)	R/L
A – B	758	273	2776.5	764	261	2927.2
B – C	748	270	2170.4	758	261	2904.2
A – C	754	272	2772.1	763	265	2879.2
Rapat Fluksi Magnet Stator	1050 Gauss			1050 Gauss		

PEMBAHASAN

Dari Gambar 3 dan 4 dapat diketahui bahwa tidak ada kenaikan rapat fluksi magnet B sebagai akibat pelapisan material nufton pada kumparan (bahkan terlihat lebih kecil / turun), jadi tidak ada kenaikan gaya tarik magnet dengan pelapisan material nufton pada kumparan (tapi justru penurunan). Kecepatan perubahan atau frekwensi membuka menutupnya kontak saklar juga tidak menunjukkan adanya peningkatan rapat fluksi magnet yang ditimbulkan.

Hal diatas dapat diterangkan sebagai berikut. Dari Tabel 1 terlihat bahwa induktansi L kumparan dengan lapisan nufton lebih kecil dibanding dengan kumparan tanpa nufton. Menurut definisi

induktansi untuk sebuah kumparan tanpa inti atau yang berinti bersifat linier adalah^[6]:

dimana L induktansi, N jumlah gulungan, Φ fluksi, dan I arus listrik dalam kumparan. Karena $\Phi = B A$, maka andaikan besi inti yang digunakan dalam percobaan ini bersifat linier persamaan (4) dapat ditulis:

Maka jika L menurun maka nilai B juga akan menurun. Percobaan yang dilakukan bekerja didaerah linier dari kurva histerisis

$$B = \frac{IL}{AN} \quad (5)$$

dari besi inti, dan terlihat bahwa data yang diperoleh juga konsisten dengan persamaan (5) yaitu nilai B kumparan dengan nufton akan lebih kecil karena nilai L nya lebih kecil.

Sehingga gaya tarik magnet kumparan dengan nufton akan lebih kecil.

Hal yang menarik dari pelapisan nufton ini ialah bahwa kecenderungan terjadi bahwa induktansi dari kumparan menjadi turun dengan pelapisan nufton. Walaupun

$$L = \frac{N \Phi}{I} \quad (4)$$

rendahnya nilai hambatan listrik R kumparan yang dilapisi material nufton pada Tabel 1 tidak konsisten dengan data yang ditunjukkan pada Tabel 3, 5, dan 6, dimana resistansinya terlihat bertambah. Dari hipotesa lapisan tipis nufton yang telah dijelaskan pada [3] seharusnya resistansi kumparan akan menurun. Kenaikan resistansi pada Tabel 3, 5, dan 6 tidak terlalu besar hal ini mungkin juga terjadi karena masalah ketelitian dari alat ukur yang digunakan. Namun dari Tabel 1, 3, 5, dan 6 terlihat adanya konsistensi yang mengarah kepada naiknya nilai R/L, yaitu konstanta waktu dari kumparan. Ini berarti kumparan dengan lapisan nufton akan dialiri arus listrik dengan respons yang lebih cepat dibanding dengan kumparan tanpa nufton. Hal ini sesuai dengan apa yang dihipotesakan oleh penemu nufton, walaupun dengan penjelasan teori yang berbeda.

Pengamatan visual terhadap kedua rotor motor Gambar 1 menunjukkan bahwa sesungguhnya kedua rotor tidak bisa dikatakan tepat sama, yaitu perbedaannya hanya pada olesan permukaan kumparan dengan bahan nufton saja sesuai dengan informasi yang kami terima. Penulis berpendapat ada rekayasa teknik lain yang dilakukan pada rotor bernufton Gambar 1 tersebut sehingga memiliki resistansi dan induktansi yang lebih besar. Hal ini terlihat bahwa Tabel 2 tidak konsisten dengan Tabel 1, 3, 5, dan 6. Data pada Tabel 3, 5, dan 6 diperoleh dari pengukuran rotor motor yang hanya dirubah dengan mengolesi permukaannya saja, artinya rotor yang sama diolesi nufton dan tidak ada rekayasa lain.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa induktansinya naik, maka rapat fluksi per kutubnya juga akan naik jika besi inti rotor belum mencapai titik jenuhnya / masih didaerah linier (lihat persamaan 5), padahal resistansinya juga membesar yang berarti arus yang mengalir lebih kecil, sehingga dengan baterai lemah pun motor masih sanggup berputar. Jadi dari sini jelas bahwa naiknya efisiensi motor yang dilapisi nufton bukanlah semata pengolesan material

nufton pada permukaan rotornya saja, tetapi ada rekayasa teknik lain yang sengaja tidak diutarakan oleh penemu nufton.

Persamaan (2) menunjukkan bahwa parameter yang mungkin di modifikasi untuk merubah besarnya torsi adalah fluksi magnet Φ yang ditimbulkan. Untuk mendapatkan torsi yang sama tetapi dengan arus yang lebih kecil yang perlu dilakukan adalah dengan menaikkan Φ , sehingga efisiensi pemakaian daya listrik akan membaik. Dari teori elektromagnetik dapat diketahui bahwa nilai Φ berbanding lurus dengan nilai NI atau ampere gulung. Oleh karena itu untuk menaikkan Φ diusahakan menaikkan NI dengan cara menaikkan jumlah gulungan N (bila perlu dengan menurunkan diameter kawat yang digunakan agar tetap tertampung dalam *s/ot* rotor). Namun naiknya N akan berakibat kawat bertambah panjang dan naik pula resistansinya sehingga arus I akan turun yang bisa berakibat Φ juga turun. Untuk mengendalikan naiknya nilai resistansi ini digunakan lapisan nufton yang terbukti untuk kondisi tertentu bisa menurunkan resistansi kumparan. Penulis berpendapat rekayasa inilah yang dilakukan oleh penemu nufton dalam usahanya menaikkan efisiensi penggunaan daya listrik oleh motor.

Rekayasa ini dilakukan sedemikian sehingga kumparan rotor mempunyai NI yang lebih besar dari semula, tetapi menggunakan arus I yang kecil. Namun jika motor dimana inti rotornya telah berada pada titik belok kurva kejenuhannya, efisiensi motor tersebut tidak bisa dinaikkan dengan cara ini. Kondisi ini pula yang dikatakan oleh penemu nufton, namun dengan cara penjelasan yang lain, bahwa tidak semua motor bisa direkayasa dengan cara pelapisan nufton ini.

Nilai tambah nufton terhadap konstanta waktu (respons cepat) terlihat bukan penyebab naiknya efisiensi motor kecil yang menjadi obyek dari makalah ini, seperti yang dikatakan oleh penemu nufton. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai R/L yaitu nilai konstanta waktu rotor berlapis nufton justru menjadi lebih kecil atau responsifnya tidak cepat.

KESIMPULAN

Bertolak dari terori dasar, persamaan 5, Tabel 1, Gambar 3 dan 4, dapat disimpulkan bahwa hipotesa material nufton yang

dilapiskan pada kumparan berinti besi akan menaikkan gaya tarik magnet jika kumparan tersebut dialiri listrik yang bersifat tidak kontinyu tidak terbukti pada percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini, namun justru sebaliknya menurun. Karakteristik kumparan yang berubah menjadi naik sebagai akibat pelapisan nufton tersebut adalah konstanta waktunya atau kecepatan responsnya (R/L).

Percobaan yang dilakukan oleh penemu Nufton tidak salah (menunjukkan gaya tarik yang lebih besar pada kumparan berlapis Nufton), karena percobaan dibuat pada tegangan yang tetap (bukan arus yang tetap). Pada tegangan yang tetap, maka kumparan bernufton akan menarik arus yang lebih besar dibanding dengan yang tidak bernufton. Sehingga faktor ampere gulung (NI) dari kumparan bernufton akan lebih besar dan berakibat gaya tariknya lebih besar karena inti besi masih bekerja didaerah liniernya. Tetapi untuk arus yang sama, maka kumparan bernufton akan menghasilkan gaya tarik lebih kecil karena nilai induktansinya L menurun.

Turunnya resistansi kumparan dengan pelapisan nufton merupakan faktor kunci dalam usaha menaikkan efisiensi motor bersangkutan, namun penjelasan ilmiah (mekanisme) mengapa resistansi tersebut bisa turun masih belum bisa jelas diketahui. Usaha yang lebih intensif perlu dilakukan untuk dapat menyibak lebih detail kondisi atau syarat yang diperlukan dan mencari kemungkinan aplikasinya pada peralatan-peralatan lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih Kepada team Nufton-Lab Depok, dan team P2PN yang ditunjuk untuk menangani masalah material nufton ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. BUDI PURNOMO, Tanda Terima Permintaan Paten, Nomor Paten P981695., Departemen Kekhakinan R.I., Direktorat Jenderal Hak Cipta, Paten dan Merek, Jakarta, 1998.
2. DANI HAMDANI, Gatra No. 9, Vol. V, 16 Januari 1999, Ilmu & Teknologi: Materi dan Relativitas Murni.
3. ANDERSON E P., *Electrical Power Calculations.*, D B Taraporevala Sons & Co Private Ltd., Bombay., 1962.
4. SIMTH R J., *Circuits, Devices, and Systems.*, A Willey International Edition., New York., 1971.
5. SUNTORO A, SANTOSO B, SANDA., Verifikasi Pengaruh Material Nufton terhadap Beberapa Komponen Listrik., Laporan Teknis., P2PN-31001/2000., P2PN-BATAN, Serpong, 2000.
6. HAYT WILLIAM H JR., *Engineering Electromagnetics.*, McGrawHill Kogakhusa ., Tokyo., 1974.

-oOo-