



**POTENSI UBUR-UBUR
SEBAGAI SUMBER MATERIAL BAKU
KERAMIK TAHAN API:
*“A New Alternative”***

Pidato Pengukuhan
Jabatan Guru Besar Tetap
dalam Bidang Ilmu Fisika Material pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
diucapkan di hadapan Rapat Terbuka Universitas Sumatera Utara

Gelanggang Mahasiswa, Kampus USU, 2 Februari 2008

OLEH :

MOHAMMAD SYUKUR

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2008



**POTENSI UBUR-UBUR
SEBAGAI SUMBER MATERIAL BAKU
KERAMIK TAHAN API:
*“A New Alternative”***

Pidato Pengukuhan
Jabatan Guru Besar Tetap
dalam Bidang Ilmu Fisika Material
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
diucapkan di hadapan Rapat Terbuka Universitas Sumatera Utara

Gelanggang Mahasiswa, Kampus USU, 2 Februari 2008

Oleh:

MOHAMMAD SYUKUR

**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2008**

Bismillahirrahmanirrahim

Yang saya hormati,

- *Bapak Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Sumatera Utara*
- *Bapak Rektor Universitas Sumatera Utara*
- *Para Pembantu Rektor Universitas Sumatera Utara*
- *Ketua dan Anggota Senat Akademik Universitas Sumatera Utara*
- *Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Sumatera Utara*
- *Para Dekan Fakultas/Pembantu Dekan, Direktur Sekolah Pascasarjana, Direktur dan Ketua Lembaga di lingkungan Universitas Sumatera Utara*
- *Para Dosen, Mahasiswa, dan Seluruh Keluarga Besar Universitas Sumatera Utara*
- *Seluruh Teman Sejawat serta para undangan dan hadirin yang saya muliakan*

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pada kesempatan ini pertama sekali marilah kita memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas karunia dan rahmat-Nya serta telah berkenan memberikan kesehatan dan kesempatan kepada kita semua sehingga dapat berada di Rapat Terbuka Universitas Sumatera Utara ini.

Selanjutnya saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Rektor Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan kesempatan untuk menyampaikan pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar Tetap dalam Bidang Ilmu Fisika Material pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada Universitas Sumatera Utara di hadapan Rapat Terbuka ini.

Saya sampaikan juga terima kasih, atas berkenannya seluruh hadirin untuk menghadiri acara pengukuhan pada hari ini.

Hadirin yang saya muliakan,

Agaknya sedikit sulit bagi saya untuk memilih topik pada acara pidato pengukuhan ini, oleh karena akan disampaikan di hadapan hadirin yang beraneka latar belakang akademik dan pendidikan. Selain itu pada umumnya persepsi masyarakat tentang fisika adalah sebagai ilmu yang

sulit, bergelimang dengan segudang rumus, abstrak dan tidak membumi. Pada kesempatan ini saya akan mencoba menyampaikan sisi lain dari fisika, khususnya fisika material, yang menurut saya tidak kalah penting kontribusi dan dampaknya dalam riset dan industri keramik Indonesia dengan judul:

POTENSI UBUR-UBUR SEBAGAI SUMBER MATERIAL BAKU KERAMIK TAHAN API: "A New Alternative"

Para hadirin yang saya muliakan,

PENDAHULUAN

Industri keramik andal akan memainkan peran yang sangat penting dalam perkembangan perindustrian Indonesia di masa depan. Kelemahan pembangunan industri di Indonesia adalah kurangnya percepatan industri material baku (*raw materials*). Salah satu material baku keramik tahan panas (*refractories*) adalah magnesium oksida (MgO). Produk keramik tahan panas atau api ini hampir sebagian besar dipasok dari luar negeri. Umumnya material bakunya diperoleh dari hasil pertambangan.

Pada kesempatan ini akan diajukan suatu alternatif baru di mana material baku MgO bukan dari hasil pertambangan akan tetapi dari ubur-ubur (*jellyfish*). Selanjutnya dengan alat atau metode difraksi sinar-x⁽¹⁾ akan diamati dan diuji kebenaran apakah telah terbentuk MgO tersebut.

MgO

Banyak sinonim atau nama dagang MgO di antaranya adalah brusit dikalsinasi (*calcined brucite*), magesit dikalsinasi (*calcined magnesite*), magnesia, magnesia ringan (*light magnesia*), magnesia non-oksida (*magnesia nonoxide*), maglit (*maglite*), *magox*, periklas (*periclase*), magnesia air laut (*seawater magnesia*). MgO diproduksi dari hasil pembakaran atau kalsinasi magnesium hidroksida ataupun magnesit. Biji-biji magnesium yang digunakan secara komersial antara lain adalah magnesit (MgCO₃), dolomit (CaCO₃.MgCO₃), brusit (Mg[OH]₂) dan *olivine* (Mg₂ Fe SiO₄), semuanya ini diperoleh dari pertambangan di muka bumi ini, sebagai contoh pada Gambar 1 ditampilkan periclase coklat dikelilingi brusit dan ludwigit dari Swedia. Umumnya magnesium hidroksida diperoleh dari air asin yang merupakan larutan garam jenuh yang mengandung magnesium klorida (MgCl₂), kalsium klorida (CaCl₂), dan air.⁽²⁾



Gambar 1: Periklas Coklat Dikelilingi Brusit dan Ludwigit dari Swedia

Pada tahun 1999, produksi MgO di seluruh dunia sekitar 5 juta ton yang diperoleh dari hasil pertambangan magnesit, serta sekitar 1 juta ton yang diproduksi dari air laut atau air asin. Negara yang memproduksi MgO dari magnesit alam terbesar adalah Cina dan diperhitungkan hampir separoh dari produksi dunia. Eropa Barat dan Amerika Serikat memproduksi MgO dari air laut diperhitungkan sekitar $\frac{3}{4}$ produksi dunia.⁽²⁾

Pada tahun 2000, Amerika Serikat sendiri menghasilkan 400.000 ton. Untuk mengatasi kekurangan konsumsinya (730 ribu ton). maka sekitar 380.000 ton diimpor dari Cina dan 50.000 ton diekspor kembali.

Industri besi dan baja adalah pengguna bata tahan api terbesar. Hampir 2/3 aplikasi material tahan api menggunakan MgO, sedangkan penggunaan MgO yang 1/3 lagi diaplikasikan untuk berbagai kegunaan seperti untuk pertanian, konstruksi, obat-obatan dan sebagainya⁽²⁾. MgO sangat luas penggunaannya dan beberapa aplikasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Kegunaan MgO(4)

Abrasives	Binder in grinding wheels
Animal feed Supplement	Source of Mg ions for chicken, cattle, etc.
Boiler (oil-fired) additive	Raises melting point of ash generated to produce a friable material easily removed; reduces corrosion of steel pipes holding steams, reduces sulfur emissions
Boiler feedwater treatment	Reduces iron, silica, and solids
Chemicals	Starting material for production of other magnesium salts
Coatings	Pigment extender in paint and varnish
Construction	Basic ingredient of oxychloride cements
Electrical	Semiconductors, insulating filler between wire & outer sheath in heating elements
Fertilizers	Source of magnesium for plant nutrition

Foundries	Catalyst and water acceptor in shell molding
Glass manufacture	Ingredient for specialty, scientific, and decorative glassware and fiberglass
Insulation	Light, flexible mats for insulating pipes
Lubricating oils	Additive to neutralize acids
Pharmaceuticals	Special grades of magnesium hydroxide, and carbonate are used in antacids, cosmetics, toothpaste, and ointments
Plastics manufacture	Filler, acid acceptor, thickener catalyst, and pigment extender
Refractory and Ceramics	Ingredient in product formulations for the steel industry
Rubber compounding	Filler, acid acceptor, anti-scorch ingredient, curing aid, pigment
Steel industry	Annealing process, coating for grain-oriented silicon steel used in electrical transformers
Sugar refining	Reduces scale buildup when used in juice clarification and precipitation
Sulfite wood pulping	Source of base for cooking liquors
Uranium, gallium and boron processing	Precipitation initiator by acid neutralization
Waste water treatment	Acid stream neutralizer

Contoh lain aplikasi MgO adalah untuk pintu dan papan (*board*) tahan api produksi Cina (Lihat Gambar 2).



Gambar 2: A) Pintu Tahan Api dan B) Papan Tahan Api Produk Cina

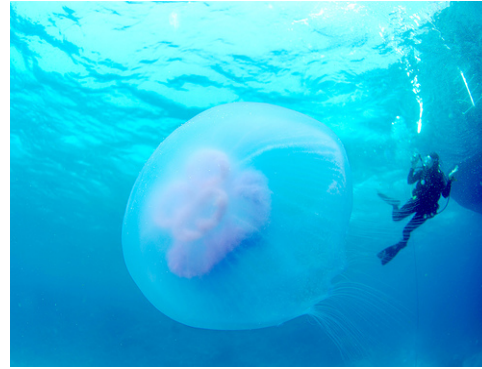
Sifat fisiknya MgO antara lain berbentuk serbuk yang berwarna putih dan tidak berbau serta sangat halus⁽⁵⁾. Temperatur lelehnya (*melting point*)= 2827 ± 30 °C⁽⁴⁾ dan densitasnya = $3,58 \text{ g cm}^{-3}$ (periklas)⁽³⁾. Oleh karena tingginya temperatur leleh ini mengakibatkan MgO menjadi salah satu material baku yang penting di bidang keramik tahan panas.

UBUR-UBUR

Barangkali di antara kita ada yang belum pernah melihat dan mengetahui apa ubur-ubur itu. Ubur-ubur umumnya hidup di air laut. Jenis ubur-ubur ini ada yang besar dan disebut ubur-ubur raksasa (lihat Gambar 3B).



(A)



(B)

Gambar 3: A) Ubur-Ubur Diletakkan di Batuan Kerikil. B) Ubur-Ubur Dapat Menjadi Besar, Coba Bandingkan dengan Tubuh Manusia (Sumber: Ostrosky Photo)

Ubur-ubur termasuk phylum *Cnidaria* atau *Coelenterata*, ubur ubur yang umum adalah jenis *Scyphozoa aurelia* (lihat Gambar 3A) dan termasuk kelompok yang hanyut oleh arus atau gelombang meskipun dapat berenang secara horizontal⁽²³⁾. Ada sekitar 200 spesies ubur-ubur. Sebagai hasil laut pada awalnya ubur-ubur oleh nelayan dianggap limbah dan dibuang karena dapat mengakibatkan gatal pada kulit manusia. Sekarang ini manfaat ubur-ubur bagi manusia antara lain sebagai kuliner, di mana bagi masyarakat Cina dan beberapa negara Asia ubur-ubur dimakan^(10,11). Selain itu manfaatnya adalah di bidang bioteknologi serta toksitas bagi manusia^(10,12,13).

METODE DIFRAKSI SINAR-X

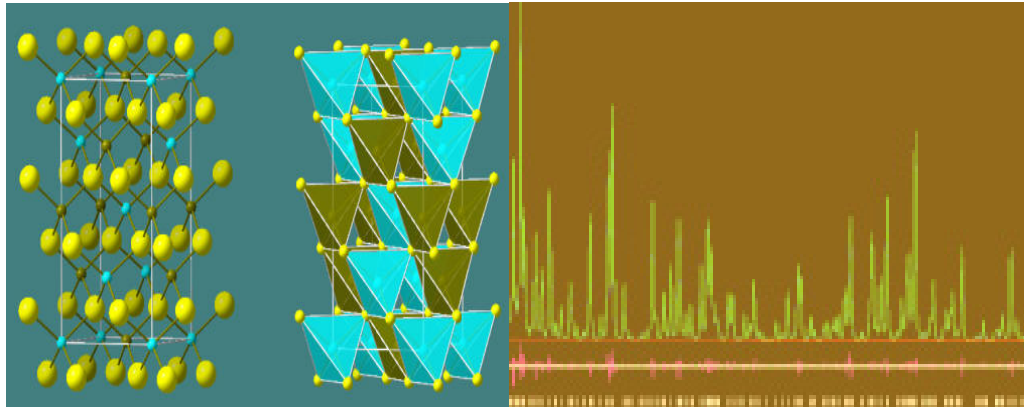
Saya akan menjelaskan sedikit tentang peralatan XRD yang akan dipakai menguji kebenaran telah terbentuknya $Mg(OH)_2$ dan MgO dari ubur-ubur. Sejak penemuan sinar-x oleh fisikawan Jerman, Röntgen^(1,6,8) pada tahun 1895 maka aplikasi sinar-x untuk riset masih cukup menarik dan sampai saat ini masih terus berkembang. Selain perkembangan aplikasinya pada radiografi, dan fluoresensi sinar-x (XRF), juga pada difraksi sinar-x (*x-Ray Diffraction*) atau lebih populer dengan singkatannya XRD. Banyak hadiah nobel di bidang fisika karena riset menggunakan sinar-x ini antara lain

Wilhelm Conrad Röntgen pada tahun 1901 atas penemuan sinar-x, lalu Max Von Laue pada tahun 1914 atas penemuan difraksi sinar-x oleh kristal, kemudian William Henry Bragg bersama putranya William Lawrence Bragg pada tahun 1915 atas pelayanannya mereka dalam analisis struktur kristal menggunakan sinar-x^(6,9).

Difraksi sinar-x sebagai alat riset (*as a research tool*) telah digunakan pada berbagai disiplin ilmu yang luas dan bahkan ribuan makalah telah dipublikasi pada semua kelompok material di antaranya logam, keramik, semikonduktor, superkonduktor, polimer, komposit. Aplikasi XRD yang tertua adalah di bidang kristalografi⁽⁶⁾ walaupun demikian hingga saat ini aplikasi mengenai kristalografi ini masih terus berkembang, sebagai salah satu contoh oleh Mohammad Syukur dkk. telah digunakan *neural network* untuk mengidentifikasi jenis-jenis struktur kubus yang dimiliki oleh suatu material^(18,19). Pada saat ini XRD dapat menangani berbagai masalah, seperti material bangunan, pertambangan dan mineral, riset serta pengembangan plastik dan polimer, lingkungan, obat-obatan (*pharmaceutical*), forensik, semikonduktor dan film tipis, nanoteknologi dan material baru, analisis struktural untuk riset material dan kristalografi^(16,17).

Apabila ditinjau dari struktur atom/molekul penyusun material maka dapat dikelompokkan atas material kristalin dan amorf. Pada material yang kristalin struktur atom/molekul penyusunnya tersusun teratur dalam tiga dimensi dan periodik dalam jangkauan tak berhingga. Sebagai ilustrasi ditunjukkan pada Gambar 4A. Sedangkan pada material amorf yang berasal dari kata *amorphous* yang artinya tidak mempunyai bentuk, dengan demikian bila diamati atom/molekulnya tersusun secara acak.

Suatu material yang kristalin bila disinari dengan sinar-x, maka sinar-x tersebut akan dihamburkan oleh seluruh atom/molekul material, dalam hal ini sinar-x akan didifraksi oleh kekisi atau bidang-bidang antara atom-atom/molekul-molekul penyusun material tersebut. Gejala ini pertama sekali diamati oleh Von Laue. Pada masa itu beliau menggunakan kristal tunggal (*single crystal*). Oleh karena sulit membuat kristal tunggal, maka biasanya material yang akan diuji dibuat dalam bentuk serbuk (*powder*). Bila data sudut difraksi diplot terhadap intensitas sinar-x yang terdifraksi, maka akan diperoleh pola difraksi material tersebut. Sebagai ilustrasi ditampilkan pada Gambar 4B.

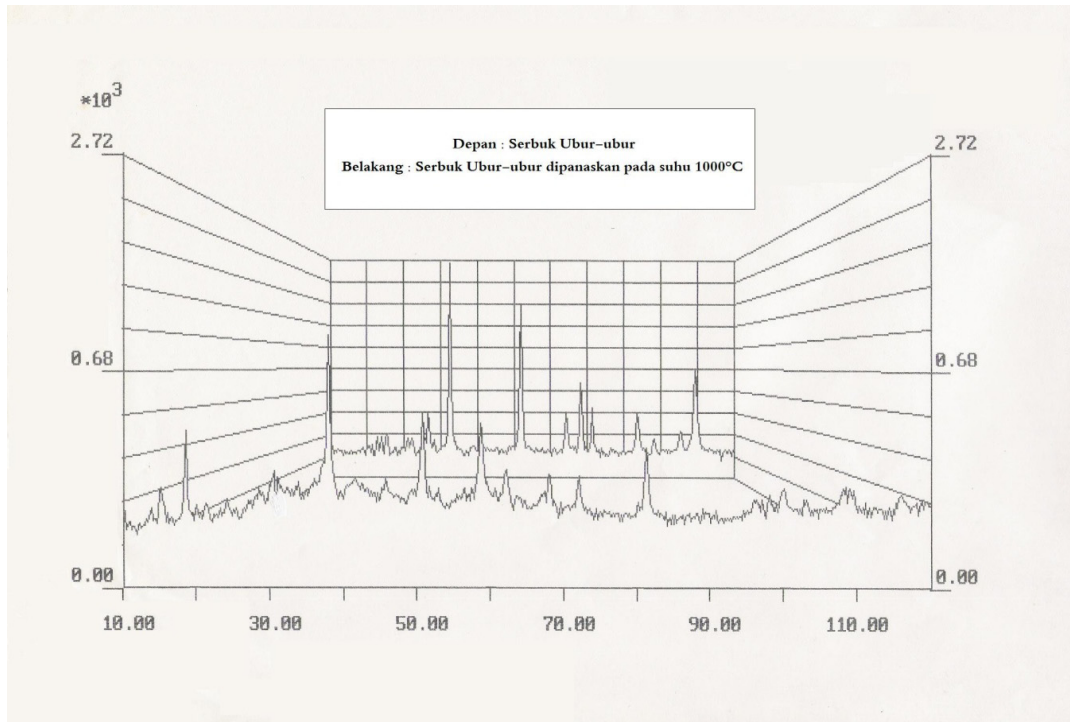


Gambar 4: A) Struktur Atom/Molekul Material yang Kristalin dan B) Pola Difraksi Sinar-X Material yang Kristalin

Pola difraksi ini merupakan sidik jari (*fingerprint*) dari material tersebut. Lain material, lain pula pola difraksinya. Pusat Data Difraksi Internasional (*The International Centre for Diffraction Data/ICDD*)⁽¹⁴⁾, telah mengumpulkan sidik jari standar dalam bentuk Arsip Difraksi Serbuk (*Powder Diffraction File/PDF*) untuk seluruh material anorganik, organik, mineral, forensik serta logam dan paduan. Arsip-arsip ini ada yang dibuat dalam bentuk kartu yang dibukukan ataupun disimpan dalam CD-ROM. Jika kita telah memiliki seluruh sidik jari ini maka kita dapat mengidentifikasi bahan yang akan kita selidiki.

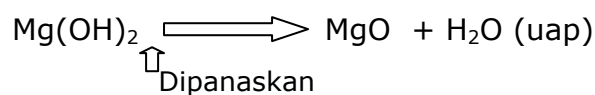
ANALISIS HASIL PRODUKSI MgO DARI UBUR-UBUR

Selanjutnya diinformasikan bahwa Mohammad Syukur bersama kawan-kawannya (dari departemen kimia dan farmasi)⁽¹⁵⁾ pada mulanya berencana meneliti zat apa pada ubur-ubur yang menyebabkan gatal-gatal. Oleh mereka ubur-ubur jenis *scyphozoa aurelia* didestruksi (*destruction*) dengan asam, akibatnya terbentuk serbuk berwarna putih. Ketika serbuk putih ini di XRD maka diperoleh pola difraksi sinar-x seperti pada Gambar 5 bagian depan. Suatu hasil yang tidak diduga adalah ketika diidentifikasi pola ini ternyata sama dengan milik sidik jari standar dari mineral brusit atau rumus kimianya $Mg(OH)_2$. Bila ditilik dengan seksama maka brusit ini seperti yang telah disampaikan tadi adalah diperoleh dari hasil pertambangan.



Gambar 5: Pola xrd Serbuk Ubur-Ubur dari Hasil Destruksi (Depan) dan Serbuk Ubur-Ubur yang Dipanaskan pada suhu 1000°C (Belakang)⁽¹⁵⁾

Brusit juga merupakan material baku untuk memproduksi magnesia atau periklas dengan rumus kimianya MgO yang digunakan untuk keramik tahan api atau panas. Dengan cara pemberian panas atau kalsinasi pada suhu tinggi magnesium hidroksida akan berubah strukturnya menjadi magnesium oksida atau dapat ditulis dengan persamaan kimia yang sederhana yaitu:



Selanjutnya brusit hasil destruksi asam pada ubur-ubur ini, jika dipanaskan pada temperatur 1000⁰C, maka ternyata akan diperoleh hasilnya berbentuk serbuk yang lebih putih dan lebih halus. Bila serbuk putih ini di XRD maka diperoleh pola difraksi sinar-x seperti pada Gambar 5 bagian belakang. Hasil identifikasi pola ini dengan pola standar mineral yang ada ternyata sesuai dengan sidik jari mineral periklas dengan rumus kimia MgO. Hal yang menarik di sini adalah bahwa MgO merupakan material baku yang utama di industri keramik tahan panas. Selama ini MgO diproduksi dari pemanasan atau kalsinasi magnesit, dolomit, ataupun brusit yang mana sumber material bakunya diperoleh dari deposit pertambangan tetapi sekarang sumber material bakunya adalah brusit yang diperoleh dari ubur-ubur. Kita tahu bahwa seperti bahan bakar minyak, material bakunya adalah minyak

mentah yang suatu saat cadangannya akan habis, demikian juga dengan brusit dari pertambangan pada gilirannya juga akan habis dan akan meninggalkan tempat bekas eksplorasinya yang rusak atau tidak ramah lingkungan. Berbeda dengan brusit yang bersumber dari ubur-ubur, material bakunya adalah ubur-ubur yang dapat dilestarikan dengan budi daya ubur-ubur atau dengan perkataan lain dapat diperbaharui (*renewable*). Fakta lain dari keuntungan atau kekuatan sumber daya mineral dari ubur-ubur ini adalah teknologinya cukup sederhana dibandingkan dengan brusit yang diproduksi dari air laut dengan proses *Dow Sea Water* di mana air laut mengandung ion Mg^{2+} atau garam magnesium sebanyak 0,13%. Selain teknologi pemisahannya yang sulit dan hasilnya juga kecil dibandingkan dengan material baku yang lain untuk ekstraksi magnesium seperti⁽²⁰⁾:

1. Magnesium Khlorida (21% magnesium)
2. Magnesit (29% magnesium)
3. Dolomit (14% magnesium)
4. Carnalit (9% magnesium) diperoleh dari air garam
5. Brusit (42% magnesium)

Tampaknya brusit yang diperoleh dari ubur-ubur juga mempunyai prospek yang sangat baik untuk memproduksi logam magnesium di masa mendatang. Kalau kita telaah dari densitas magnesium dan aluminium⁽²¹⁾, maka massa setiap 1 cm³ magnesium adalah 1,728 g dan aluminium = 2,699 g. Sedangkan dari densitas paduan magnesium (*magnesium alloys*) jenis *Alloy AZ31B* dan paduan aluminium (*aluminum alloys*) jenis *Alloy 2024* diketahui massa setiap 1 cm³ paduan magnesium = 1,77 g dan paduan aluminium = 2,77 g⁽²²⁾. Jadi oleh karena magnesium lebih ringan dari aluminium, maka di masa mendatang ubur-ubur akan diarahkan sebagai sumber penghasil magnesium, yang merupakan material logam strategis dan dalam bentuk paduannya dapat menggantikan aluminium sebagai material pembuat badan pesawat terbang.

Karena umumnya ubur-ubur hidupnya di laut maka bila kita melirik luas laut Indonesia dari data yang dikeluarkan oleh Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (DKP, RI), luas perairan laut Indonesia diperkirakan 5,8 juta km² dengan garis pantai terpanjang di dunia sepanjang 81.000 km⁽⁷⁾, Tampaknya potensi ubur-ubur dapat menaikkan peringkat ekspor dan mendekati peringkat ikan-ikan yang selama ini sudah menjadi primadona ekspor Indonesia. Dengan demikian destruksi ubur-ubur yang telah memperoleh nilai tambah, tidak lagi menjadi limbah bagi nelayan sebaliknya telah menjadi primadona bagi peningkatan pendapatan nelayan.

PENUTUP

Selanjutnya saya akan menyampaikan beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut:

- Mengingat deposit material baku dari pertambangan suatu saat akan habis sedangkan ubur-ubur dapat diperbaharukan (*renewable*), maka ubur-ubur berpotensi sebagai pengganti material baku dari hasil pertambangan untuk memproduksi MgO yang ramah lingkungan serta secara teknis lebih mudah.
- Potensi ubur-ubur di Indonesia cukup besar karena negara kita adalah negara maritim dan menurut departemen kelautan dan perikanan RI, luas perairan laut Indonesia diperkirakan 5,8 juta km² dengan garis pantai terpanjang di dunia sepanjang 81.000 km⁽⁶⁾.
- Perlu kajian lebih lanjut, antara lain menggunakan ubur-ubur jenis lainnya terutama jenis raksasa, serta perlu riset lebih lanjut mengenai budidaya ubur-ubur oleh Ditjen. Perikanan Budidaya atau ahli biologi kelautan di perguruan tinggi agar sumber ubur-ubur dapat berkesinambungan dan tidak menjadi punah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hadirin yang saya muliakan,

Sebelum mengakhiri pidato ini, perkenankanlah saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah berjasa dalam menghantarkan saya menjadi Guru Besar Tetap pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.

Pertama, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Pak Prof. Bambang Sudibyo, MBA atas kepercayaan dan kehormatan yang dilimpahkan kepada saya untuk memangku jabatan fungsional dosen sebagai Guru Besar dalam Bidang Ilmu Fisika Material pada FMIPA USU.

Berikutnya, sekali lagi saya ucapkan ribuan terima kasih serta penghargaan kepada Rektor Universitas Sumatera Utara, Bapak Prof. Chairuddin P. Lubis, DTM&H, SpA(K) atas bantuan dan perhatian serta telah melancarkan proses pengusulan saya menjadi Guru Besar hingga dikukuhkan pada hari yang berbahagia ini. Semoga beliau diberi kekuatan dan petunjuk dalam

memimpin Universitas Sumatera Utara oleh Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa lagi Maha Mengetahui, Amin.

Kapada para Pembantu Rektor, Ketua dan Sekretaris serta segenap anggota Senat Akademik dan Dewan Guru Besar Universitas Sumatera Utara yang telah mendukung dan menyetujui pengusulan saya sebagai Guru Besar, untuk itu saya menghaturkan banyak terima kasih.

Ucapan terima kasih dan penghargaan saya sampaikan kepada Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, Bapak Dr. Eddy Marlianto, MSc, yang telah mengusulkan dan memproses kenaikan pangkat dan jabatan Guru Besar saya. Tak lupa ucapan terima kasih kepada para dekan sebelumnya yang telah banyak andilnya dalam proses kepangkatan saya sejak dari asisten ahli madya hingga ke lektor. Saya ucapkan terima kasih secara khusus kepada Bapak Drs. M. Ch. Nasution, Apt, yang telah banyak menambah wawasan saya tentang masalah administrasi. Rasa terima kasih dan hormat saya yang khusus juga kepada Bapak Prof. Dr. Herman Mawengkang yang telah mempercayai saya menjabat sebagai Pembantu Dekan Bidang Akademik serta atas diskusi dan masukannya dalam membina FMIPA-USU sehingga banyak menambah nuansa akademik saya.

Para Bapak dan Ibu guru saya sejak dari SR Negeri 41, SMP Negeri 2 hingga SMA Negeri V Medan yang telah meletakkan dasar-dasar ilmu yang sangat berguna dalam melanjutkan studi saya ke perguruan tinggi tak lupa saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada para dosen, khususnya dosen Jurusan Fisika FIPIA-USU yang telah mendidik saya sehingga menjadi sarjana fisika.

Kepada Ketua dan Sekretaris Departemen Fisika serta seluruh Staf Pengajar FMIPA khususnya Staf Pengajar Departemen Fisika atas kerja samanya selama ini saya mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang tinggi. Tentunya tak lupa juga ucapan rasa terima kasih saya kepada seluruh sivitas akademika FMIPA-USU.

Kepada Sesepuh FMIPA-USU, khususnya Departemen Fisika, Bapak Prof. A. T. Barus, MSc, beliau adalah motivator yang unggul, saya merasa bangga sebagai seorang fisikawan berkat motivasi dan gemblengan beliau, untuk itu saya ucapkan banyak terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya. Beliau bukan saja sebagai guru saya tetapi juga adalah pembimbing dalam

mempertahankan paper dan skripsi untuk mendapat gelar BSc (Sarjana Muda) dan Sarjana Fisika di Jurusan Fisika USU, sekali lagi saya ucapkan terima kasih.

Terima kasih dan penghargaan juga tak lupa saya sampaikan kepada Bapak Drs. Soenarmo yang telah berkenan menjadi pembimbing selama di Pusat Reaktor Atom Bandung dalam penyelesaian skripsi saya.

Para dosen di Program Master Fisika ITB saya ucapkan terima kasih, khususnya Bapak Prof. Dr. M. Barmawi, Bapak Prof. Dr. Tjia May On serta Bapak Prof. Pantur Silaban, PhD yang telah membukakan mata saya serta banyak menambah pemahaman saya mengenai fisika teori untuk itu saya berikan penghargaan yang setinggi-tingginya.

Kepada teman-teman seperjuangan ketika mengambil program master yang telah menciptakan atmosfer akademik yang menyenangkan selama saya mengikuti studi hingga selesai, saya ucapkan terima kasih.

Kepada Bapak Prof. Dr. W. Loeksmanto selaku pembimbing saya sekaligus mitra diskusi dalam riset saya untuk tugas akhir pada program master di Departemen Fisika Institut Teknologi Bandung saya sampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya. Beliau juga telah mempercayai saya untuk menggunakan langsung peralatan difraksi sinar-x di Laboratorium Fisika ITB dalam riset saya, untuk itu sekali lagi saya ucapkan terima kasih.

Rasa terima kasih dan penghargaan juga saya sampaikan kepada Bapak Prof. Madya, Dr. Rahmat Budiarto, dan Muhammad Fermi Pasha, BComp.Sc.(Hons), MSc dari Pusat Pengajian Sains Komputer Universiti Sains Malaysia serta Dr. Masashi Yamada dari School of Computer and Cognitive Sciences, Chuckyo University, Jepang atas kolaborasi riset, dan diskusi khususnya masalah komputer sains.

Kepada seluruh ipar saya, Kak Roswita Hanny Siregar dan suaminya Mas Aman Subagio Rachman, Kak Hartati Siregar dan suaminya Bang Hotman Syukur Nasution, Godang Riyadi Siregar dan istrinya Siti Sukamti serta Achira Berti Siregar dan suaminya Harris Delyono juga Muda Yuda Siregar (alm.) yang dengan penuh hormat dan kehangatan dalam penerimaan saya sebagai anggota keluarga, serta bantuan dan dukungannya baik moril maupun materil, saya haturkan terima kasih.

Kepada saudara-saudaraku yang ku cintai Uni Hayati dan suaminya Bang Djanahar, Bang Prof. Muhammad Abduh dan istrinya Kak Zarnida Zainuddin, Bang Saladin dan istrinya Kak Zulfia, Uni Zaitun dan suaminya Bang Syamsuar Bachtiar, Syahmenan (alm.) dan istrinya Lisa Erwina terakhir Prof. Tamsil Syafiuddin dan istrinya Prof. Rozaimah Zain-Hamid yang selama ini telah mengikat tali persaudaraan yang kompak, terutama semenjak kedua orang tua kita telah wafat sehingga saya dapat menyelesaikan studi di FIPIA USU. Semoga jalinan kasih sayang tersebut dapat terpelihara dan lestari. Untuk itu saya ucapkan rasa terima kasih yang tak terhingga.

Kepada Om Joharuddin dan Bu Nurlian Siagian (alm.), sebagai orang tua mereka banyak membantu dan menambah wawasan ilmu agama saya, Om Johar sekaligus sebagai panutan saya. Untuk itu saya ucapkan terima kasih.

Terima kasih dan hormat yang setinggi-tingginya saya haturkan kepada kedua mertua Bapak dan Ibu H. H. R. Asmadi Siregar dan Hj. Rasdiana Siagian yang telah memberikan apresiasi yang tinggi terhadap guru fisika, dengan diterimanya saya sebagai menantunya, serta telah memperlakukan saya tidak ada bedanya dengan putra putrinya yang lain.

Khususnya kepada Bapak dan Ibuku yang paling kusayangi, Pak Syafiuddin (alm.) dan Bu Rabiah (alm.) dengan kesederhanaannya telah mendidik dan membesarkan saya dalam suka dan duka, serta menanamkan nilai-nilai kehidupan juga membekali pengetahuan dan pendidikan agama sesuai dengan tuntunan Rasul Allah Muhammad SAW yang tentunya akan sangat berguna khususnya dalam menjalani amanah sebagai Guru Besar di Universitas Sumatera Utara. Mereka adalah orang yang paling berjasa dalam hidup saya. Ya Allah, sayangilah mereka sebagaimana mereka menyayangi saya ketika masih kecil. Semoga Allah melapangkan kuburan mereka serta kelak mereka dijauhkan dari siksa dan azab api neraka, Amin.

Akhirnya kepada istriku yang tercinta Flora Sari Siregar yang dengan penuh kasih sayang serta rasa cinta yang mendalam serta kesabaran yang tinggi telah mendampingi saya dalam mengharungi kehidupan ini, serta rela ditinggalkan ketika saya mengikuti program studi lanjut ke Bandung. Atas pengorbanan serta dukungan dan dorongannya saya ucapkan rasa terima kasih yang sangat mendalam serta penghargaan yang setinggi-tingginya. Khusus kepada anakku Muhammad Fermi Pasha, sejak kecil kami menanamkan rasa kecintaan untuk menimba ilmu pengetahuan baik itu ilmu agama maupun ilmu duniawi. Alhamdulillah ananda sekarang bukan saja sebagai anak didik bapak tetapi juga sudah menjadi mitra riset

sehingga kita telah berhasil mempublikasikannya bersama di jurnal internasional. Atas kolaborasi ini bapak teringat kepada fisikawan W. H. Bragg dan putranya W. L. Bragg yang telah berkolaborasi sehingga mereka bersama mendapat hadiah nobel di bidang fisika. Untuk itu bapak ucapkan terima kasih dan bapak mendoakan semoga ananda dapat menyelesaikan PhD-nya dengan baik serta tepat pada waktunya, Amin. Juga bapak mendoakan semoga kita menjadi buah bibir yang baik bagi orang-orang yang hidup di kemudian hari, Amin.

Para hadirin, yang saya muliakan

Sebenarnya masih banyak lagi ucapan terima kasih yang selayaknya saya sampaikan kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan kepada saya, yang mana tidak mungkin saya sampaikan satu per satu pada kesempatan yang terbatas ini. Karena itu saya mohon dimaafkan serta perkenankanlah saya menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu.

Kepada seluruh panitia pengukuhan ini saya ucapkan terima kasih atas segala bantuan dan kerja samanya sehingga acara pengukuhan ini dapat terselenggara dengan baik. Terima kasih juga kepada semua hadirin yang telah bersedia hadir dan dengan penuh kesabaran telah mengikuti pidato pengukuhan saya ini serta permohonan maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyampaian pidato ini ada hal yang kurang berkenan.

Akhirnya Alhamdulillah, segala puji hanya untuk Allah. Semoga Allah senantiasa melimpahkan taufik dan hidayah-Nya kepada kita semua, Amin. Sekian dan terima kasih.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

DAFTAR PUSTAKA

1. Cullity, B.D. (1978). *Elements of X-ray Diffraction*. Addison-Wesley-London.
2. Lacson et. al. (2000). CEH product review. Magnesium oxide and other magnesium chemicals. In: *Chemical Economics Handbook*. Menlo Park, CA, SRI, International, 93pp.
3. Jacson et. al. (1995). Magnesium compounds. In: Kroschwitz J. I. & Howe-Grant, M., eds., *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd ed., Vol.15, New York, John Wiley & Sons, Inc., pp. 675-722.
4. Martin Marietta Magnesia Specialties. (2001). *Just for Students-Magnesium Oxide*, <http://www.magspecialties.com/students.htm>, Diakses 7 Mei 2001.
5. Merck. (2000). Magnesium oxide. *The Merck Index*, 12.3 ed. Boca Raton, FL, Chapman & Hall (Monograph No.5713).
6. Ewald, P.P. (1999) *Fifty Years of X- Ray Diffraction*, International Union Crystallography.
7. DKP RI. (2007). *Perikanan Tangkap Indonesia*, Sumber Ditjen Perikanan Tangkap Departemen Kelautan dan Perikanan RI, <http://www.dkp.go.id/content.php?c=1823>, Diakses 27 Desember 2007.
8. Suryanarayana, C. And Norton, M. G. (1998). *X-Ray Diffraction-A Practical Approach*. Plenum Press-New York.
9. Nobel Prize Org. (2007). *All Nobel Laureates in Physics*, Sumber Web Nobel Prize http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/, Diakses 22 Desember 2007.
10. Wikipedia, The Free Encyclopedia. (2007). *Jellyfish*, Sumber Wikipedia <http://en.wikipedia.org/wiki/Jellyfish> Diakses 23 Desember 2007.
11. Peggy Hsieh, Y. H. et. al. (2004). *Jellyfish as food*, *Hidrobiologia* 451 (1-3); 11-17.

12. Pieribone, V. and Gruber, D. F. (2006). *Aglow in the Dark: The Revolutionary Science Biofluorescence*, Harvard University Press, 288p.
13. Perkins, R. Ang Morgan, S. (2004) *Poisoning, envenomation, and trauma from marine creatures*, Am Fam Physician 69(4); 885-90.
14. ICDD. (2008). *The Powder Diffraction File and Related Products 2007-2008*. Sumber Web International Centre for Diffraction Data (ICDD) <http://www.icdd.com/products/2007SalesCatalog.pdf> Diakses 4 Januari 2008.
15. Syukur, M. et. al. (1996). *Study of MgO Production from Acid Destruction of Jellyfish*", IMT-GT Regional Chemistry Conference December 16-18 1996, Penang.
16. Welcome to XRD US. (2007). *Application of Powder Diffraction for Study of Nanomaterials*, <http://www.xrd.us/home/welcome.htm> diakses 23 Desember 2007.
17. PANalytical. (2008). *Solutions*, <http://www.panalytical.com/> Diakses 8 Januari 2008.
18. Syukur, Mohammad. et. al. (2007). *A Neural Network-Based Application to Identify Cubic Structures in Multi Component Crystalline Materials Using X-Ray Diffraction Data*, International Journal of Computer Science and Network Security, Vol.7 No.2 ISSN: 1738-7906: 49-54.
19. Syukur, Mohammad. (2007). *Using Support Vector Machines to Enhance the Performance of X-Ray Diffraction Data Analysis in Crystalline Materials Cubic Structure Identification*, International Journal of Computer Science and Network Security, Vol.7 No.7 ISSN: 1738-7906: 194-199.
20. Lee, J. D. (1994). *Concise Inorganic Chemistry*, Chapman & Hall.
21. Askeland, D. R. and Phule P. P. (2003). *The Science and Engineering of Materials*, THOMSON Brooks/Cole, pp. 978-979.
22. Callister, W. D., Jr. (2003). *Materials Science and Engineering An Introduction*, John Wiley & Sons, Inc. pp. 737-738.
23. Barnes, R. D. (1987). *Invertebrate ZOOLOGY*, Saunders College Publishing, pp. 113-121.

RIWAYAT HIDUP

A. DATA PRIBADI

Nama : Prof. Mohammad Syukur, Drs., MSc
NIP : 130 517 491
Pangkat/Golongan : Pembina Tk.I/IVb
Tempat dan Tgl. Lahir : Medan, 14 April 1947
Agama : Islam
Nama Ayah : Syafiuddin (Almarhum)
Nama Ibu : Rabiah (Almarhum)
Nama Istri : Flora Sari Siregar, Dra., Apt
Nama Anak : Muhammad Fermi Pasha, B.Comp.Sc.(Hons),
MSc (Kandidat PhD di USM Malaysia)
Alamat Kantor : Jl. Bioteknologi No.1 Kampus USU, Medan,
20155.
Telp. +62618201664, Fax. +62618214290
Alamat Rumah : Jl. Tridarma No.36 Kampus USU, Medan, 20155
Telp.+62618210875
Alamat E-mail : - mhdsyukur@usu.ac.id
- syukur47@yahoo.com
- mohamad.syukur@gmail.com
- mhdsyukur@hotmail.com
- mhdsyukur@lycos.com

B. PENDIDIKAN

- Lulus Strata 2 Fisika tahun 1982, Institut Teknologi Bandung, Bandung. Tesis: "Studi Difraksi Sinar-X Mengenai Perubahan Fasa Kaolin Bangka yang Dipanaskan"
- Lulus Strata 1 Fisika tahun 1974, Universitas Sumatera Utara, Medan. Skripsi:"Radiografi"
- Lulus SMA tahun 1966, SMA Negeri V Medan
- Lulus SMP tahun 1963, SMP Negeri 2 Medan
- Lulus SR tahun 1960, SR Negeri 41 Medan

C. PENDIDIKAN TAMBAHAN

- 1974 (1 Bulan), Kursus Pengujian Tak Merusak (*Non Destructive Testing*), Pusat Reaktor Atom Bandung, Bandung

D. BIDANG KEKHUSUSAN

1. Fisika Material
2. Metode Difraksi Sinar-X
3. Keramik
4. Aplikasi Kecerdasan Buatan dan Kristalografi

E. MATA KULIAH YANG DIASUH

1. Korosi dan Lingkungan, S2 Fisika USU
2. Difraksi Sinar-X dan Kristalografi, S2 Fisika USU
3. Manajemen Material, S2 Fisika USU
4. Fisika Material, S1 Fisika FMIPA USU
5. Pengujian Material, S1 Fisika FMIPA USU
6. Mekanika Kuantum, S1 Fisika FMIPA USU

F. RIWAYAT GOLONGAN DAN JABATAN FUNGSIONAL

Golongan	Jabatan Fungsional	Dari Tahun	Sampai Tahun
IIIa	Asisten Ahli Madya	1974	1977
IIIb	Asisten Ahli	1977	1979
IIIc	Lektor Muda	1979	1981
IIId	Lektor Madya	1981	1986
IVa	Lektor	1986	1996
IVb	Lektor Kepala	1996	2007
IVb	Guru Besar	2007	-

G. PENGALAMAN PEKERJAAN

- 1991–Sekarang : Kepala Lab. Kristalografi dan Teknik Radiasi, FMIPA USU
- 1997–2005 : Pembantu Dekan I Bidang Akademik, FMIPA USU
- 1985–1991 : Pembantu Dekan I Bidang Akademik, FMIPA USU
- 1983–1984 : Sekretaris Departemen Fisika, FMIPA USU
- 1976–1980 : Sekretaris Jurusan Fisika, FIPIA USU

H. PUBLIKASI ILMIAH

1. 2008 "Adaptive Real-Time Network Monitoring System: Detecting Anomalous Activity with Evolving Connectionist System", e-Business and Telecommunication Networks, Joaquim Filipe et al. (Eds.), Communications in Computer and Information Sciences Series, Contributed Chapter, ISBN: 978-3-540-75992-8, Springer Berlin/Heidelberg.
2. 2007, "Using Support Vector Machines to Enhance the Performance of X-Ray Diffraction Data Analysis in Crystalline Materials Cubic Structure Identification", International Journal of Computer Science and Network Security, Vol.7 No.7 ISSN: 1738-7906: 194–199.
3. 2007, "A Neural Network-Based Application to Identify Cubic Structures in Multi Component Crystalline Materials Using X-Ray Diffraction Data", International Journal of Computer Science and Network Security, Vol.7 No.2 ISSN: 1738-7906: 49–54.
4. 2006 "EFIS: Evolvable-Neural-Based Fuzzy Inference System and Its Application for Adaptive Network Anomaly Detection", Advances in Machine Learning and Cybernetics, Yeung et al. (Eds), Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 3930, ISSN: 0302-9743, ISBN: 3-540-33584-6, Springer Berlin/Heidelberg.
5. 2006 "A Distributed Approach of Intelligent Network Traffic Monitoring and Anomaly Detection Application", Proceedings of DFMA2006 The 2nd International Conference on Distributed Frameworks for Multimedia Applications, IEEE Catalog Number: 06EX189 ISBN: 1-4244-0409-6.
6. 2005 "Key Distribution Protocols Using Braid Group: One-way Functions Based on Markov Problem", Proceedings of The 1st IMT-GT Regional Conference on Mathematics, Statistics, and their Applications, ISBN: 979 458 230-1.
7. 2005 "Connectionist Model for Distributed Adaptive Network Anomaly Detection System", Proceedings of 2005 International Conference on Machine Learning and Cybernetic, Guangzhou, China August 18-21, 2005, Volume 7 of 9, IEEE Catalog Number: 05EX1059C ISBN: 0-7803-9092-X.
8. 2005 "A Connectionist Engine for Evolvable Network Monitoring System with Anomaly Detection Capabilities", International Conference on Instrumentation, Communications and Information Technology, ITB, Bandung, Indonesia, 3-5 August, Proceedings, ISBN: 979-96520-1-4.
9. 2001 "Aplikasi Difraksi Sinar X dalam Penentuan Bahan Baku Produk Isolator Porselen", The Indonesian Journal on High Voltage Engineering, Vol 3. No.3, November 2001, FOSTU, ISSN: 1411-2019.

10. 2000 "Identifikasi Bahan yang Berstruktur Kubus di dalam Komponen Tunggal dan Multikomponen dengan Metode Difraksi Sinar X", Prosiding Semirata 2000 Bidang MIPA BKS-PTN Wil. Barat, 8-9 Mei 2000, Pekanbaru.
11. 2000 "Aplikasi Difraksi Sinar X di Bidang Farmasi", Makalah Seminar Ilmiah Lustrum VII FMIPA USU, 23-24 Agustus 2000, Medan.
12. 1999 "Pengiraan Standard dan Eksperimental untuk Analisis Kekisi Pada Bahan Pepejal Berstruktur Kubus dengan Pembelauan Sinar X", Journal of Solid State Science and Technology Letters, Vol.6 No.2 (Supplementary), MASS Press, November 1999, ISSN: 0128-8393.
13. 1999 "X-Ray Diffraction Study of The Change and Crystalline Growth That Occur in CaO Product from Fired Limestone and Mollusc", IMT-GT Regional Seminar on Industrial Transformation Through Innovative Utilization of Natural Resources, November 2-3 1999, Penang.
14. 1999 "Pembuatan CaO dari Batu Kapur dan Rumah Kerang-kerangan", Seminar dan Rapat Tahunan Bidang MIPA BKS-PTN Wil. Barat, 11 Mei 1999, Bengkulu.
15. 1996 "Study of MgO Production from Acid Destruction of Jellyfish", IMT-GT Regional Chemistry Conference December 16-18 1996, Penang.

I. ORGANISASI PROFESI

1. Anggota Himpunan Fisika Indonesia (HFI)
2. Anggota International Centre for Diffraction Data (ICDD) Technical Committee–Ceramics Subcommittee
3. Anggota International Centre for Diffraction Data (ICDD) Technical Committee-x-ray Diffraction Methods Subcommittee
4. Anggota International Centre for Diffraction Data (ICDD) Technical Committee–Metal and Alloys Subcommittee
5. Anggota International Centre for Diffraction Data (ICDD) Technical Committee–Minerals Subcommittee
6. Anggota International Centre for Diffraction Data (ICDD) Technical Committee–Organic and Pharmaceutical Subcommittee
7. Anggota International Centre for Diffraction Data (ICDD) Technical Committee–Education Subcommittee
8. Anggota Engineering and Scientific Research Groups, ESR Groups

J. PENGHARGAAN

- 2005, Satyalancana Karya Satya 30 Tahun, Presiden Republik Indonesia Dr. H. Susilo Bambang Yudhoyono.



Mohammad Syukur lahir di Medan, pada tanggal 14 April 1947. Menyelesaikan program sarjana di Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pasti dan Ilmu Pengetahuan Alam (FIPIA) Universitas Sumatera Utara (USU) pada tahun 1974 dan program master di Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 1982.

Sejak tahun 1974 bekerja sebagai staf pengajar di Jurusan Fisika FIPIA (yang sekarang telah berganti nama menjadi FMIPA) USU dan pada 1 Oktober 2007 diangkat sebagai Guru Besar Bidang Ilmu Fisika Material di FMIPA-USU. Di samping mengajar, beliau juga menjadi Kepala Laboratorium Kristalografi dan Teknik Radiasi

FMIPA-USU sejak tahun 1991.

Selain sebagai staf pengajar, juga aktif sebagai anggota Himpunan Fisika Indonesia (HFI), dan juga sebagai anggota beberapa perhimpunan internasional, di antaranya *International Centre for Diffraction Data (ICDD) Technical Committee-Ceramics Subcommittee-X-ray Diffraction Methods Subcommittee-Metal and Alloys Subcommittee-Minerals Subcommittee-Organic and Pharmaceutical Subcommittee-Education Subcommittee*, juga sebagai anggota *Engineering and Scientific Research Groups (ESR Groups)*.

Bidang riset yang ditekuninya saat ini meliputi Fisika Material, Metode Difraksi Sinar-X, Kristalografi, dan Aplikasi Kecerdasan Buatan. Beliau telah menulis 2 buah *Book Chapter* yang diterbitkan oleh Springer-Verlag masing-masing pada tahun 2005 dan 2008, serta beberapa publikasi di jurnal internasional di antaranya ada yang mempunyai *impact factor*.

Pada tahun 2005 menerima penghargaan Satyalancana Karya Satya 30 Tahun, dari Presiden Republik Indonesia, Dr. H. Susilo Bambang Yudhoyono.