



1

# Film Tipis $\text{LiTaO}_3$ Didoping Rubidium Menggunakan Metode CSD Untuk Aplikasi Sensor Infra Merah

Agus Ismangil<sup>1</sup>, Teguh Puja Negara<sup>1</sup>, Agung Prajuhana<sup>1</sup>, Muhammad Iqbal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia

e-mail : [a.ismangil.physics@gmail.com](mailto:a.ismangil.physics@gmail.com)

**Abstrak**— Litium tantalat memiliki formula kimia  $\text{LiTaO}_3$ , dengan substrat Si Tipe -P (100) dengan metode chemical solution deposition dan spin coating dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 seconds.  $\text{LiTaO}_3$  memiliki konsentrasi 2.5M dan suhu annealing 800 °C. Film tipis  $\text{LiTaO}_3$  dikarakterisasi dengan ocean optic spectroscopy. Hasil dari karakterisasi spektroskopi film lithium tantalat murni pada suhu annealing 800 °C menghasilkan panjang gelombang 935 nm, Sedangkan film tipis litium tantalat yang didoping rubidium terlihat puncak absorbansi tertinggi pada suhu annealing 800°C menghasilkan panjang gelombang 934 nm, puncak absorbansi tertinggi pada film lithium tantalat pada suhu annealing 800 °C dengan kata lain film  $\text{LiTaO}_3$  banyak menyerap energi foton dari cahaya yang mengenainya serta film tipis litium tantalat menjadi cikal bakal sensor infra merah.

**Kata Kunci**— Litium, Absorbansi, Annealing, Infra merah

## I. PENDAHULUAN

Salah satu penelitian yang belakangan ini menarik perhatian para ahli fisika yaitu penelitian terhadap material ferroelektrik, karena material ini sangat menjanjikan terhadap perkembangan *device* generasi baru sehubungan dengan sifat-sifat unik yang dimilikinya. Material ferroelektrik, terutama yang didasari oleh campuran lithium tantalat ( $\text{LiTaO}_3$ ), mempunyai sifat pyroelektrik yang dapat diterapkan pada *infrared sensor*, sifat *polaryzability* dapat diterapkan sebagai *Non Volatile Ferroelektrik Random Access Memory (NVRAM)*, serta sifat *electro-optic* dapat digunakan dalam *switch termal infrared* [1].

Sifat suatu material *ferroelectric*  $\text{LiTaO}_3$  sangat menarik untuk diteliti karena dalam penerapannya dapat digunakan sebagai sensor infra merah.  $\text{LiTaO}_3$  merupakan objek yang diteliti secara intensif selama beberapa tahun terakhir karena memiliki sifat yang unik.  $\text{LiTaO}_3$  bersifat *ferroelectric* pada suhu kamar. Dari beberapa hasil kajian,  $\text{LiTaO}_3$  merupakan material optik, *optoelectric* serta *piezoelectric*, yang mempunyai suhu Currie sebesar  $(601 \pm 5.5)$  °C [2]. Selain itu  $\text{LiTaO}_3$  merupakan kristal *non-hygroscopic* yang tidak mudah rusak sifat optiknya, sifat ini yang menjadikan bahan  $\text{LiTaO}_3$  unggul dari bahan lainnya. Film lithium tantalat ( $\text{LiTaO}_3$ ) mempunyai kecepatan koefisien difusi semakin tinggi dengan seiringnya kenaikan suhu. Sifat dielektrik dari sebuah material ditentukan oleh diantaranya struktur kristal dan komposisi stoikiometri. Nilai konstanta dielektrik dari  $\text{LiTaO}_3$  meningkat seiring dengan kenaikan temperatur, yang disebabkan oleh peningkatan kualitas kristalinitasnya [3].

Pada studi kali ini, lapisan film tipis  $\text{LiTaO}_3$  dideposisikan pada substrat silikon menggunakan teknik *chemical solution deposition*. Dilakukan pula *thermal annealing* untuk mendapatkan tingkat kristalinitas yang semakin baik terhadap kenaikan temperatur. Beberapa metode karakterisasi dilakukan untuk melihat hasil dari eksperimen. Spektroskopi digunakan untuk melihat nilai panjang gelombang absorpsi, reflektansi serta transmitansi lapisan film tipis. Serta menganalisis struktur dari sampel yang telah didoping dengan unsur yang lain sebagai pengaruh dari variasi *thermal annealing*. Tujuan penelitian ini menentukan pengaruh doping terhadap variasi suhu menggunakan spektroskopi.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Bahan Ferroelektrik

Ferroelektrik merupakan gejala terjadinya perubahan polarisasi listrik secara spontan pada material tanpa gangguan medan listrik dari luar. Ferroelektrivitas merupakan fenomena yang ditunjukkan oleh kristal dengan suatu polarisasi spontan dan efek histeresis yang berkaitan dengan perubahan dielektrik dalam menanggapi penerapan medan listrik. Sifat histeresis dan konstanta dielektrik yang tinggi dapat diterapkan pada sel memori *Dynamic Random Access Memory* (DRAM) dengan kapasitas penyimpanan melampaui 1 Gbit, pada lapisan dielektrik semikonduktor diharuskan ukuran sel direduksi besar-besaran, sehingga dianggap tidak praktis lagi, sifat piezoelektrik dapat digunakan sebagai *mikroaktuator* dan sensor, sifat pyroelektrik dapat diterapkan pada *switch* termal infra merah, sifat *polaryzability* dapat diterapkan sebagai *Non Volatile Ferroelektrik Random Access Memory* (NVFRAM) [4].

### B. Substrat Silikon (Si)

Silikon adalah semikonduktor pengganti germanium. Sebuah atom Si terisolasi mempunyai 14 proton dan 14 elektron. Setiap atom Si mempunyai empat buah elektron valensi. Atom Si menempati kisi-kisi dalam kristal. Setiap atom Si terikat dengan empat buah atom Si lain membentuk ikatan kovalen. Kristal Si merupakan semikonduktor intrinsik, yaitu semikonduktor murni yang belum dicampur atau dikotori dengan atom lain. Pada suhu  $0^\circ\text{K}$ , kristal Si bersifat sebagai isolator karena memiliki pita konduksi yang kosong. Namun ketika dipanaskan elektron mendapat energi, hal ini mengakibatkan adanya perpindahan elektron ke pita konduksi sehingga dapat bersifat sebagai konduktor [5].

### C. Lithium Tantalat ( $\text{LiTaO}_3$ )

Lithium tantalat ( $\text{LiTaO}_3$ ) merupakan suatu bahan *ferroelectric* yang memiliki keunikan dari segi sifat *pyroelectric* dan *piezoelectric* yang terpadu dengan stabilitas mekanik dan kimia yang baik. Oleh karena itu  $\text{LiTaO}_3$  sering digunakan untuk beberapa aplikasi misalnya modulator *electro-optical* dan detektor *pyroelectric* [6].  $\text{LiTaO}_3$  merupakan kristal *non-hygroscopic*, tidak berwarna, larut dalam air, memiliki tingkat transmisi yang tinggi dan tidak mudah rusak sifat optiknya.  $\text{LiTaO}_3$  merupakan bahan yang memiliki konstanta dielektrik yang tinggi serta kapasitas penyimpanan muatan yang tinggi [7].

Pembuatan  $\text{LiTaO}_3$  menggunakan peralatan yang cukup sederhana, biaya murah dan dilakukan dalam waktu relatif singkat.  $\text{LiTaO}_3$  merupakan campuran hasil reaksi antara lithium asetat [ $(\text{LiO}_2\text{C}_2\text{H}_3)$ , 99,9%] dan tantalum oksida [ $(\text{Ta}_2\text{O}_5)$ , 99,9%]. Berikut ini persamaan reaksi menghasilkan  $\text{LiTaO}_3$ :



Proses menghasilkan  $\text{LiTaO}_3$  yaitu campurkan bubuk litium asetat dengan bubuk tantalum oksida dengan perbandingan 1:1 untuk menghasilkan  $\text{LiTaO}_3$ , campuran bubuk tersebut bereaksi dengan oksigen maka akan menghasilkan  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CO}_2$ . Dari hasil  $\text{LiTaO}_3$  kemudian didoping dengan rubidium untuk mengetahui reaksi yang akan terjadi baik dari sifat optik maupun karakteristik yang lain.

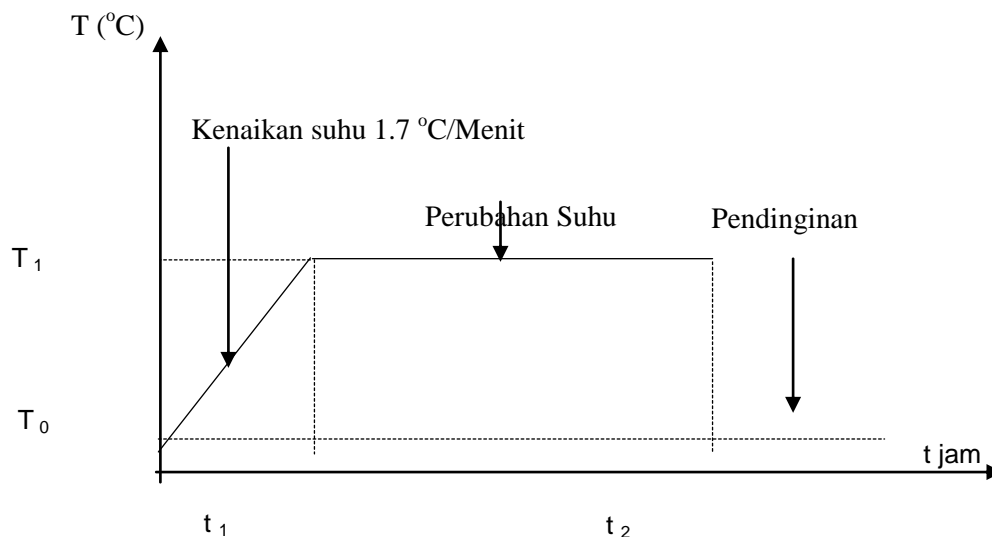
### III. METODE

#### A. Teknik chemical solution deposition (CSD)

Teknik *Chemical Solution Deposition* (CSD) terdiri dari proses *sol gel* dan *Metalorganic Deposition* yang dipergunakan untuk memproduksi lapisan tipis keramik *perovskite*, khususnya untuk lapisan tipis lithium tantalat ( $\text{LiTaO}_3$ ). Metode ini lebih ekonomis tidak hanya untuk penelitian ilmiah, namun juga dipergunakan pada pembuatan keramik modern dan teknologi yang mempersyaratkan kemurnian yang tinggi dan control terhadap mikrostruktur dan komposisi. Semenjak reaktan kimia untuk CSD dapat dimurnikan dengan metode destilasi dan kristalisasi, *film* dengan kemurnian tinggi dapat difabrikasi. Keuntungan CSD yang sangat penting adalah elemen yang dapat dibuat, dihasilkan komposisi campuran akhir pada tingkat molekul, yang berarti waktu difusi pada *film inorganic* setelah *pyrolysis* untuk mencapai kondisi termodinamika, fase stabil cukup singkat, yang pada akhirnya dapat menghasilkan campuran yang homogen [8].

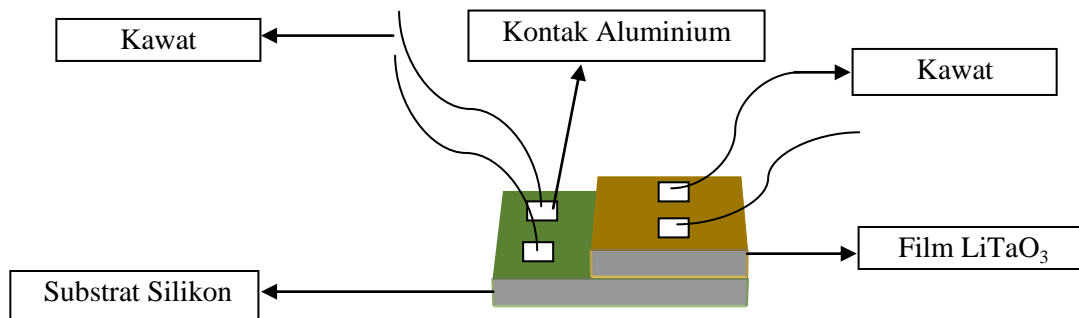
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bubuk Lithium Asetat [ $\text{LiO}_2\text{C}_2\text{H}_3$ ], bubuk Tantalum Oksida [ $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ], pelarut 2-metoksietanol [ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ ], Niobium [ $\text{NiO}_3$ ], Rubidium [ $\text{RuO}_2$ ], substrat Si (100) tipe-p, *deionized water*, aseton PA [ $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ , 58.06 g/mol], metanol PA [ $\text{CH}_3\text{OH}$ , 32.04 g/mol], asam florida (HF), kaca preparat, pasta perak, kawat tembaga halus, dan aluminium foil.

Dalam penelitian ini film tipis  $\text{LiTaO}_3$  dibuat dengan metode *chemical solution deposition* (CSD) yang telah lama dikembangkan untuk penumbuhan *perovskite thin film* [9]. Metode ini memiliki keunggulan yaitu prosedurnya mudah, biayanya relatif ekonomis, dan mendapatkan hasil yang bagus. Metode *chemical solution deposition* (CSD) merupakan metode pembuatan film dengan cara pendeposisian larutan bahan kimia di permukaan substrat [10], kemudian dipreparasi dengan *spin coater* pada kecepatan 3000 rpm selama 30 detik setiap penetesan larutan  $\text{LiTaO}_3$ .



Gambar 1. Proses Annealing

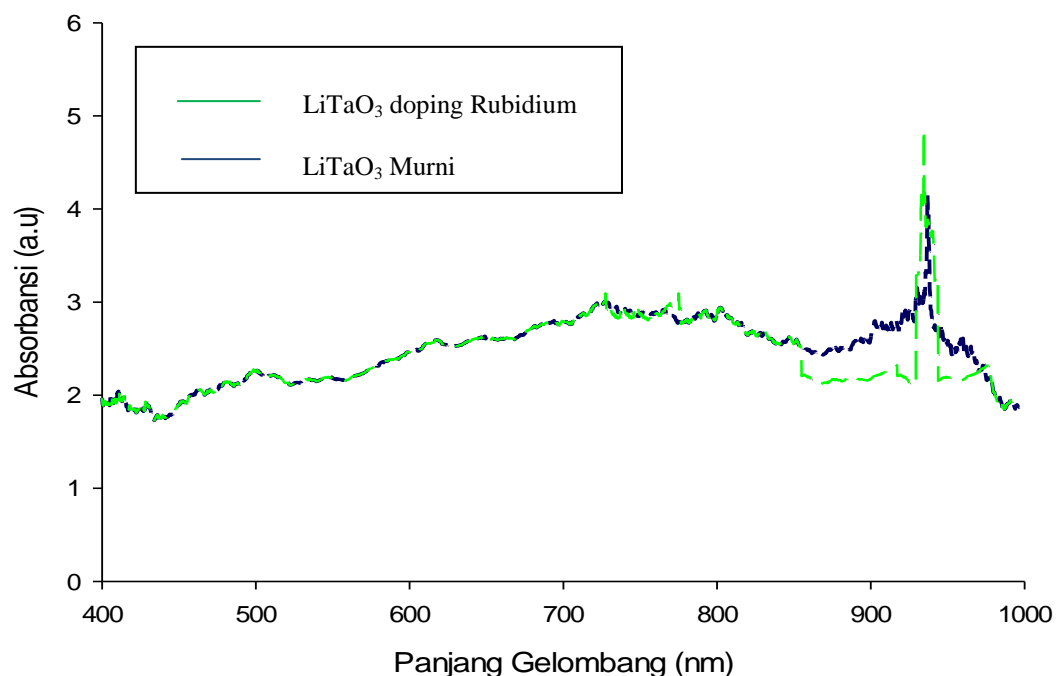
Proses annealing dilakukan secara bertahap menggunakan *Furnace Vulcan*<sup>TM</sup> 3-130. Tujuan annealing untuk mendifusikan larutan  $\text{LiTaO}_3$  dengan substrat silikon yang dimulai dari suhu ruang kemudian dinaikkan hingga suhu annealing yaitu  $550^{\circ}\text{C}$ ,  $600^{\circ}\text{C}$ ,  $650^{\circ}\text{C}$ ,  $700^{\circ}\text{C}$ ,  $750^{\circ}\text{C}$ , dan  $800^{\circ}\text{C}$ . Dengan menaikkan suhu  $1.7^{\circ}\text{C}/\text{menit}$  dan ditahan konstan selama 8 jam pada suhu annealing tersebut [11]. Selanjutnya dilakukan proses pendinginan sampai kembali pada suhu ruang.



Gambar 2. Desain Film Tipis LiTaO<sub>3</sub>

#### IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Pengukuran spektroskopi reflektansi memiliki 5 komponen utama yaitu sumber radiasi, monokromator, sampel, detector, dan recorder. Sumber radiasi yang digunakan yaitu lampu xenon yang umum digunakan pada spektroskopi, sedangkan monokromator berfungsi untuk menghasilkan berkas radiasi dengan satu panjang gelombang. Apabila radiasi atau cahaya putih dilewatkan melalui larutan maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diserap secara selektif dan radiasi lain akan diteruskan atau dipantulkan.



Gambar 3. Film tipis LiTaO<sub>3</sub> pada suhu annealing 800°C

Film tipis litium tantalat murni telah dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 400 nm sampai 1000 nm, terlihat pada Gambar 3. puncak absorbansi

tertinggi pada film lithium tantalat murni pada suhu annealing 800°C menghasilkan panjang gelombang 935 nm, Sedangkan film tipis lithium tantalat yang didoping rubidium terlihat puncak absorbansi tertinggi pada suhu annealing 800°C menghasilkan panjang gelombang 934 nm, perbedaan dari dua puncak absorbansi diatas antara lithium tantalat murni dengan lithium tantalat yang didoping rubidium pada suhu 800°C terjadi pergeseran puncak absorbansi dengan nilai panjang gelombang dari 934 nm menjadi 935 nm hal ini terjadi dikarenakan lithium tantalat murni telah bereaksi dengan rubidium yang menghasilkan pergeseran panjang gelombang, serta puncak absorbansi film  $\text{LiTaO}_3$  setelah proses *anealing* dengan suhu 800 °C selama 8 jam pada film tipis  $\text{LiTaO}_3$  murni menghasilkan 4,2 a.u sedangkan film tipis  $\text{LiTaO}_3$  yang didoping rubidium menghasilkan 4,9 a.u, artinya film tipis  $\text{LiTaO}_3$  yang didoping rubidium puncak absorbansinya lebih tinggi dibandingkan film tipis  $\text{LiTaO}_3$  murni. Selain itu lithium tantalat yang didoping niobium menghasilkan panjang gelombang kisaran antara 900 nm sampai 1000 nm. Hal ini merupakan daerah panjang gelombang infra merah dengan kata lain film tipis lithium tantalat dapat menyerap seluruh cahaya pada rentang panjang gelombang tersebut, serta film tipis  $\text{LiTaO}_3$  merupakan cikal bakal menjadi sensor infra merah.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapat disimpulkan bahwa absorbansi maksimum dari film lithium tantalat yang didoping rubidium terjadi pada daerah infra merah yaitu pada puncak panjang gelombang 900 nm sampai 1000 nm, puncak absorbansi tertinggi pada film lithium tantalat pada suhu annealing 800°C dengan kata lain film  $\text{LiTaO}_3$  banyak menyerap energi foton dari cahaya yang mengenainya dan film tipis lithium tantalat yang didoping rubidium cikal bakal menjadi sensor infra merah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ismangil A, Puja Negara T. 2018. Analisis Lithium Tantalat ( $\text{LiTaO}_3$ ) Didoping Niobium Bervariasi Suhu. Jurnal Edusainstek Unimus.
- [2] Ismangil A, Puja Negara T. 2018. Karakterisasi  $\text{LiTaO}_3$  didadah rubidium terhadap variasi Suhu. Journal of Science Innovare Vol 1:54-59.
- [3] Ismangil A, Puja Negara T. 2017. Sifat Optik Lithium Tantalat ( $\text{LiTaO}_3$ ) Diatas Substrat Silikon (100) Tipe-P Bervariasi Suhu. Jurnal Komputasi Ilmu Komputer Universitas Pakuan. 14:140-145.
- [4] Irzaman, A. Fuad, and M. Barmawi. 2001. Spectral Response of Al/Si Photodiodes for IR Sensor. Proceeding Instrumentation, Measurement, and Communications for the Future, Indonesian German Conference (IGC), Bandung: 340 – 342.
- [5] Ismangil A, Jenie R P, Irmansyah, Irzaman. 2015. Development of lithium tantalite( $\text{LiTaO}_3$ ) for automatic switch on LAPAN-IPB Satellite infra-red sensor. *International Journal of Procedia Environmental Sciences* 24: 329 – 334.
- [6] Ismangil A, Irmansyah, Irzaman. 2016. The diffusion coefficient of lithium tantalite with temperature variations on LAPAN-IPB satellite infra-red sensor. *International Journal of Procedia Environmental Sciences* 23: 343 – 444.
- [7] Irzaman, Maddu A, Syafutra H dan Ismangil A. 2010. Uji konduktivitas listrik dan dielektrik film tipis lithium tantalate ( $\text{LiTaO}_3$ ) yang didadah niobium pentaoksida ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) menggunakan metode chemical solution deposition. Prosiding Seminar Nasional Fisika, Bandung: 175-183.
- [8] Jun L, Yang L, Zhongxiang Z, Ruyan G, Amar S, and Bhalla. 2013. Structure and dielectric properties of niobium-rich potassium lithium tantalate niobate single crystals. *Journal Ceramics International* 39:8537-8541.
- [9] Seo, J.Y, Park S.W. 2004. Chemical Mechanical Planarization Characteristic of Ferroelectric Film for FRAM Applications. *International Journal of Korean Physics society* 45: 769-772.
- [10] Beata Z, Ewa M, Ryszard J. K. 2012. Synthesis, characterization and photocatalytic properties of lithium tantalite. *Journal Materials Characterization* 68:71-78.
- [11] Paula M.V, Nathalie B, Sebastian Z, Pedro F, Maria H.F. 2014. Are lithium niobat ( $\text{LiNbO}_3$ ) and lithium tantalat ( $\text{LiTaO}_3$ ) ferroelectrics bioactive. *Journal Materials Science and Engineering* 39:395-402.



**Agus Ismangil, S.Si, M.Si.** lahir dikebumen tahun 1988, menyelesaikan pendidikan S1 (2010) didepartemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Dan S2 (2015) didepartemen Biofisika Institut Pertanian Bogor. Bidang minat saya adalah material dan sensor. Penelitiannya pernah dipublikasikan dan bentuk jurnal internasional, jurnal nasional dan prosiding internasional dan penulis merupakan dosen didepartemen Ilmu Komputer Universitas Pakuan, untuk mata kuliah: Fisika Dasar, Sistem Instrumentasi, Metode Numerik dan Sistem Mikroprosesor.

**Teguh Puja Negara, S.Si, M.Si.** lahir dijakarta tahun 1984, menyelesaikan pendidikan S1 (2007) didepartemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Dan S2 (2011) didepartemen Biofisika Institut Pertanian Bogor. Bidang minat saya adalah pemodelan. penulis merupakan dosen didepartemen Ilmu Komputer Universitas Pakuan, untuk mata kuliah: Fisika Dasar, Sistem Instrumentasi, Metode Numerik.

**Agung Prajuhana, S.Kom, M.Kom.** lahir dibogor tahun 1982, menyelesaikan pendidikan S1 (2005) didepartemen ilmu komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan. Dan S2 (2013) didepartemen ilmu komputer, Institut Pertanian Bogor. Bidang minat saya adalah Sofware. penulis merupakan dosen didepartemen Ilmu Komputer Universitas Pakuan, untuk mata kuliah: Sistem Digital, Sistem Mikroprosesor.

**M Iqbal Suriansyah, S.Kom, M.Kom.** lahir dibogor tahun 1985, menyelesaikan pendidikan S1 (2008) didepartemen ilmu komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan. Dan S2 (2013) didepartemen ilmu komputer Institut Pertanian Bogor. Bidang minat saya adalah Desain dan hardware. Penulis merupakan dosen didepartemen Ilmu Komputer Universitas Pakuan, untuk mata kuliah: Desain Grafis dan Sistem Mikroprosesor.