

Desain Touch Screen Struktur One Glass Solution Dan Problemnya Sebagai Antar Muka End User - Perangkat Elektronik

Saludin

¹ Teknik Informatika, Universitas Bina Insani, Jl. Siliwangi No.6 Rawa Panjang Bekasi Bekasi Timur 17114 Indonesia; Telp. (021) 824 36 886, Fax. (021) 824 009 24;

*Korespondensi: email: saludinmuis@hotmail.com

Diterima: 18 Juli 2022; Review: 5 September 2022; Disetujui: 5 September 2022

Cara sitasi: Saludin. 2022. Struktur One Glass Solution dan Problemnya Pada Layar Sentuh Sebagai Antar Muka Perangkat Elektronik. *Informatics for Educators and Professionals*. 6 (2) : 47-58

Abstrak : *Touch screen* adalah perangkat yang menggantikan fungsi papan ketik dan *mouse* sebagai alat antar muka antara end user dengan perangkat elektronik, dimana berkomunikasi antara *end user* dan perangkat elektronik dilakukan. Teknologi one glass solution /OGS merupakan perkembangan dari teknologi Dito (double ITO) dan Sito (Single ITO), dimana OGS hanya membutuhkan satu lempengan kaca (sebagai *substrate*) untuk membangun fungsi modul *touch screen* sedangkan Dito dan Sito memerlukan dua lempengan kaca (*substrate* dan kaca pelindung). Kesederhanaan yang ditampilkan OGS membawa konsekuensi pada kerumitan proses pembuatan dan problem kehandalan. Problem pada struktur OGS antara lain : efek negatif lapisan ITO terhadap kinerja lempengan kaca, Keretakan lapisan ITO, efek *outgassing*, *ESD*, dan lain-lain. Problem-problem tersebut berkaitan dengan desain struktur OGS itu sendiri, sehingga solusinya tidak dapat bersifat menyeluruhan, hanya dapat dikurangi melalui peningkatan proses pembuatan.

Kata kunci : Touch screen, OGS, Outgassing, ESD, ITO.

Abstract : *Touch screen* is a device that replaces the keyboard and mouse functions as an interface between end users and electronic devices, where communication between end users and electronic devices is carried out. One glass solution /OGS technology is a development of Dito (double ITO) and Sito (Single ITO) technology, where OGS only requires one glass slab (as a substrate) to build a touch screen module function while Dito and Sito require two glass slabs (substrate and glass protector). The simplicity displayed by OGS has consequences for the complexity of the manufacturing process and reliability problems. Problems with the OGS structure include: the negative effect of the ITO layer on the performance of the glass plate, cracking of the ITO layer, the outgassing effect, ESD, and others. These problems are related to the design of the OGS structure itself, so the solution cannot be comprehensive, it can only be reduced through improving the manufacturing process.

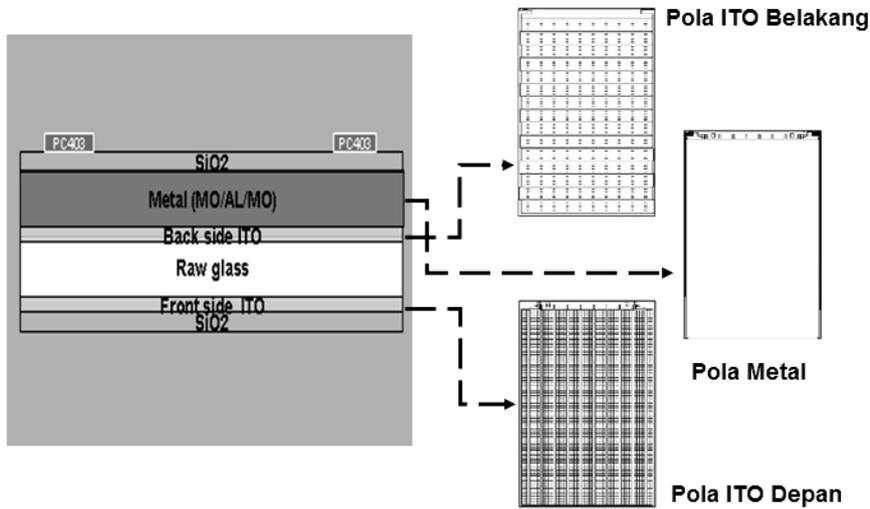
Keywords : Touch screen, OGS, Outgassing, ESD, ITO.

1. Pendahuluan

Teknologi touch screen /layar sentuh jenis kapasitif [2] diawali dari tipe DITO (Double side ITO) yang dipakai perusahaan Apple dan tipe Sito yang merupakan hak paten perusahaan TPK, kemudian berkembang ke tipe OGS yang menggunakan lempengan kaca tunggal, dimana ketiga tipe touch screen tersebut menggunakan lapisan ITO untuk membangun jalur matriks koordinat [3,6,12],

Secara singkat tipe Dito dan Sito dapat dijelaskan, bahwa keduanya memerlukan satu lempengan kaca sebagai substrate untuk membangun jalur matriks koordinat, bedanya pada

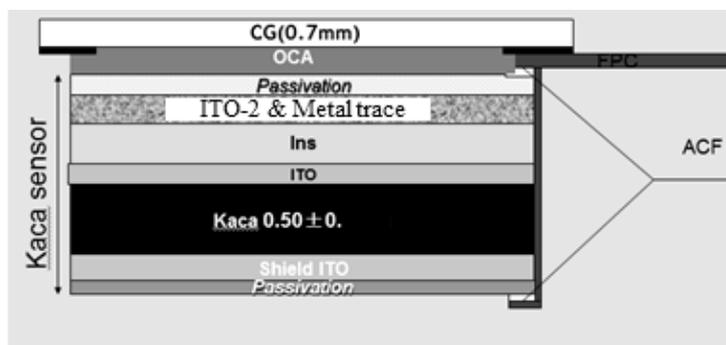
tipe Dito , lapisan ITO yang membentuk jalur X dan Y di-sputter pada kedua sisi lempengan kaca, sedangkan pada tipe Sito, di-sputter pada sisi yang sama [11].



Sumber: Hasil Penelitian (2022)
 Gambar 1. Struktur matriks x-y pembentuk koordinat pada tipe Dito, ITO adalah jalur pengantar, SiO2 adalah lapisan pelindung



Sumber: Hasil Penelitian (2022)
 Gambar 2. Struktur matriks x-y pembentuk koordinat pada tipe Sito menggunakan jumper logam, ITO adalah jalur pengantar dan pelindung, metal jumper adalah jalur penghubung, SiO2 adalah lapisan pelindung



Sumber: Hasil Penelitian (2022)
 Gambar 3. Struktur matriks x-y pembentuk koordinat pada tipe Sito menggunakan jumper ITO, ITO adalah jalur pengantar, passivation

adalah lapisan pelindung

Beda antara tipe Dito dan tipe Sito secara garis besar adalah :

(1) Dito memakai satu lembaran kaca untuk pembentukan fungsi sensor kapasitif di mana matriks jalur X- Y pada sisi berbeda, sedangkan pada Sito, matriks jalur X-Y, keduanya terletak pada satu sisi, (2) Sito menggunakan bantalan PI untuk memisahkan jalur X-Y, sedangkan Dito langsung dengan lembaran kaca substrate, (3) Pada tipe Dito tidak memakai lapisan IIM untuk mengaburkan kejelasan jalur X-Y yang mengurangi keindahan pemakaian. Sebaliknya pada jenis Sito dibutuhkan lapisan IIM. Dengan adanya lapisan IIM, tentu menjadi bagian biaya tambahan bagi jenis Sito di samping problem teknis lain, sebaliknya Dito tidak.

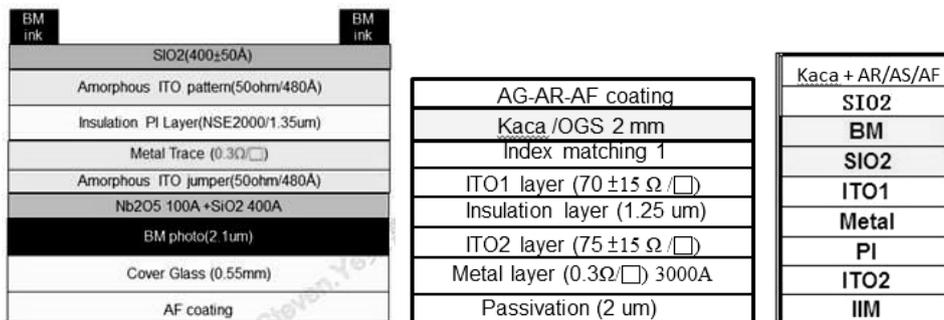
Kesamaan antara tipe Dito dan tipe Sito secara garis besar adalah :

(1) Sama-sama memerlukan lembaran kaca pelindung (*cover glass*) yang diperkuat tingkat kekerasan (dengan proses chemical strengthten atau CS) [5], disatukan /laminasi dengan bantuan lembaran lem OCA, (2) Sama-sama memakai teknik kapasitif untuk mendeteksi sentuhan obyek luar, misalnya jari tangan., (3) Untuk kaca pelindung, proses dan lapisan tambahan pada permukaan adalah sama baik untuk Dito maupun Sito. Misalnya lapisan AR/AS/AF [1,9], dan bingkai cat pada sisi tepi.

Pada tipe Sito, ini selain jenis jumper logam (pada titik perpotongan jalur X-Y menggunakan jumper logam), juga terdapat jenis jumper lain berupa ITO. Kedua jenis ini masing-masing terdapat kelebihan dan kekurangan ditinjau dari aspek kualitas atau kehandalan (*reliability*), antara lain:

(1) cKarena bantalan PI terbuat dari bahan organik, bantalan dapat membengkak/membesar selama proses panjang yang bersinggungan dengan cairan pembersih atau cairan pelarut. Akibatnya ITO-jumper (tebal sekitar 300-400A) bisa retak karena tegangan permukaan/*surface tension*. Dalam hal ini jumper logam dengan ketebalam sekitar 3000-3500A lebih tahan terhadap efek tegangan permukaan., (2) Lapisan logam (dalam hal ini terdiri Mo-Al-Mo), lebih rentang terhadap korosi dibandingkan dengan lapisan ITO., (3) Karena lapisan logam terdiri 3 lapisan dan jalur dibentuk dengan pelarut berbeda yang dicampur jadi satu sehingga kecepatan pelarutan lapisan logam berbeda (Mo dan Al) menyebabkan efek terlarut lebih yang dikenal "*undercut*". Undercut terkorelasi kuat dengan risiko terjadinya korosi karena bahan pelarut atau cairan residual dapat tertahan pada sisi yang mengalami undercut., (4) Lapisan logam lebih banyak memantulkan cahaya sehingga secara visual terlihat bintik-bintik mengkilap, di mana efek ini sulit dikaburkan dengan bantuan lapisan IIM (*index matcthing*).

Tipe *one glass solution* atau disebut OGS, secara teknis terdapat kesamaan dengan tipe Sito dimana apa yang ada di lempengan kaca pelindung, pada tipe OGS, dipindahkan menyatu dengan lempengan kaca substrate.



Sumber :Hasil penelitian (2022)

Gambar 4. Struktur matriks x-y Pembentuk Koordinat Pada Tipe OGS

Tipe OGS merupakan perkembangan lanjutan dari tipe Sito, yang menyatukan lembaran kaca pelindung (*cover glass*) dan lembaran kaca sensor. Seperti disinggung di atas bahwa

pada lembaran kaca pelindung terdapat lapisan cat untuk bingkai dan logo-logo fungsi alat tertentu, lapisan cat ini pada tipe OGS disatukan dengan lapisan-lapisan sensor yang semula pada tipe Sito terpisah dengan kaca *substrate* tersendiri. Dengan memindahkan lapisan cat ini disatukan dengan lapisan-lapisan sensor pada satu sisi kaca *substrate* tunggal, membawa permasalahan teknis yang semula tidak terdapat pada tipe Sito, antara lain:

- Cat relatif tebal dibandingkan dengan lapisan ITO bahkan lapisan logam, sehingga menyebabkan baik lapisan ITO dan logam tidak mampu mendaki menaiki dan melintasi dengan baik.
- Bahan cat konvensional yang dipakai pada tipe Dito dan Sito memiliki permukaan kasar, juga sifat melumer pada sisi tepi sewaktu dicetak, semua ini memberikan efek negatif pada lapisan yang melintasi di atasnya. Dengan kata lain, jenis cat konvensional ini tidak sesuai untuk dipakai pada jenis OGS.
- Untuk tipe OGS dipakai jenis cat BM yang bahan dasarnya berasal dari bahan PI yang dipakai Sito sebagai bantalan pemisahan matriks jalur X-Y. Jenis BM ini dalam proses memerlukan pencahayaan /*exposure* (*proses pembentukan PI*) [4]. Jenis cat yang berbeda terdapat perbedaan bahan dasar atau bahan pembawa butiran warna atau bahan binder antara jenis cat konvensional dan BM dipakai pada produk OGS [10].
- Jenis BM ini, sama halnya jenis bahan bantalan PI, kadang-kadang kemiringan sisi tidak sempurna atau ujung sisi tepi menungging yang menyebabkan lapisan ITO yang melintasi di atasnya putus atau tidak seragam ketebalan (R jalur ITO lebih tinggi) dan juga terdapat gelembung udara/*bubble* dalam lapisan yang memicu ledakan ESD [8] dan korosi pada lapisan logam di atasnya [7].
- Khusus untuk BM warna putih, terdapat efek sampingan selama pencahayaan UV atau cahaya matahari, di mana warna menjadi berubah.
- Selain problem lapisan cat/BM, pada tipe OGS juga terdapat problem pada lapisan IIM ($\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{SiO}_2$) di bawah pengaruhi pencahayaan UV atau cahaya matahari..
- Di samping itu, banyaknya lapisan yang bertumpukan menyebabkan daya lekat/adhesi kurang [10] karena adanya tegangan permukaan/*surface tension*, akibatnya terkupas yang dikenal *peeling defect*.
- Proses pembuatan sensor tipe OGS ada dua macam, yaitu (1) ukuran lembaran kaca *substrate* sesuai dengan ukuran sensor, sudah dipotong sebelumnya (2) ukuran sensor lebih kecil dan diproses pada lembaran kaca *substrate* besar, setelah proses pembuatan sensor selesai, kaca *substrate* dipotong mengikuti ukuran sensor yang dibentuk di atasnya. Untuk kasus (2) menyebabkan tingkat kekerasan kaca menurun, sehingga dibutuhkan proses pengerasan kedua atau CS sekunder.
- Pada tipe OGS, proses ITO2 menyebabkan lembaran kaca sensor gagal dalam uji bola jatuh/*ball drop test* (kinerja kaca menurun)[12].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian kasus. Menggunakan cara perbandingan perbedaan struktur tipe Dito-Sito-OGS, dan pengukuran parameter (dengan peralatan ukur yang terkomputerisasi) serta pengamatan visual (menggunakan mikroskop 2D dan SEM/mikroskop elektron) yang berhubungan dengan cacat atau *defect* yang berkorelasi dengan kegagalan fungsi modul *touch screen* tipe OGS. Modul *touch screen* tipe OGS disini didefinisikan terdiri dari : (1). Satu lempeng kaca tunggal/*substrate*, yang terdiri dari sub-modul matriks x-y beserta asesori yang dibentuk pada sisi belakang *substrate*, dimana pada permukaan sisi *substrate* depan atau sisi terluar, obyek luar dapat penyentuhnya untuk mengaktifkan fungsi “sentuh” terhadap modul *touch screen*. (2). Sub-modul perangkat elektronik pengontrol, yang menyambungkan sub modul matriks x-y ke sistem perangkat keras induk atau peralatan utama yang memanfaatkan modul *touch screen* sebagai alat antar muka ke end user.

Hipotesis penyebab berbagai problem pada tipe OGS sebagaimana diuraikan pada bagian diatas, diasumsikan berkorelasi positif dengan desain struktur tipe OGS. Adapun tahapan penelitian menggunakan bagan alir :

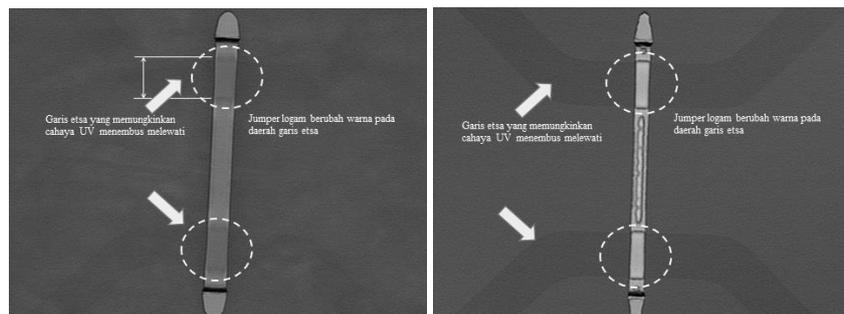


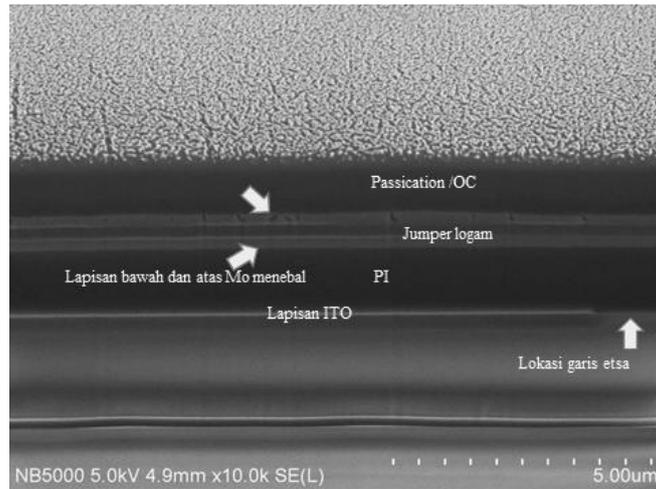
Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 5. Tahapan penelitian problem kegagalan fungsi pada tipe OGS

3. Hasil dan Pembahasan Hasil

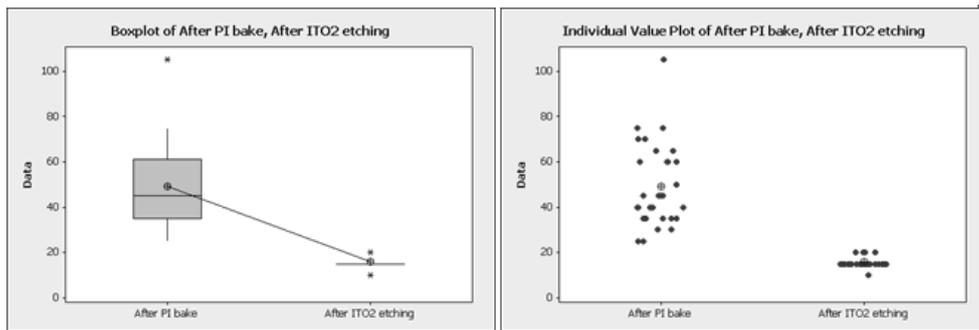
1) Cacat jumper mengkilap





Sumber: Hasil Penelitian (2022)
 Gambar 6. Foto jumper mengkilap dengan mikroskop 2D dan elektron

2) Efek lapisan ITO terhadap kinerja kaca



Uji statistik :

Two-sample T for After PI bake vs After ITO2 etching

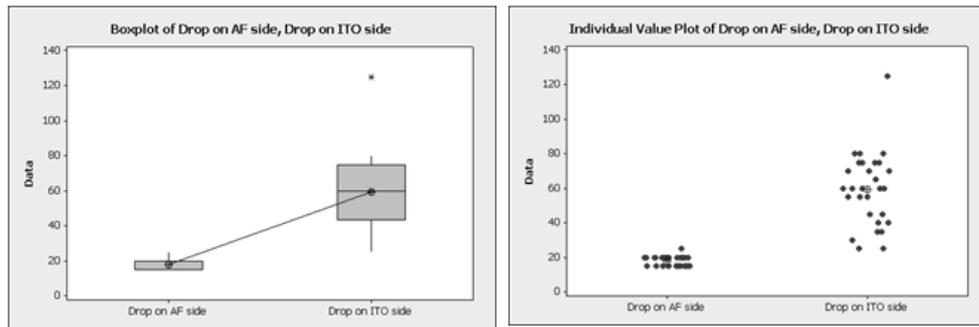
	N	Mean	StDev	SE Mean
After PI bake	30	49.3	18.3	3.3
After ITO2 etchi	30	15.83	2.31	0.42

Difference = mu (After PI bake) - mu (After ITO2 etching)
 Estimate for difference: 33.5000
 95% CI for difference: (26.6214, 40.3786)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 9.96 P-Value = 0.000 DF = 29



Perbedaan adalah signifikan

Sumber: Hasil Penelitian (2022)
 Gambar 7a. Efek pengeringan ITO terhadap kinerja kaca dan hasil statistik yang menyatakan adanya perbedaan yang signifikan



Uji statistik :

Two-sample T for Drop on AF side vs Drop on ITO side

	N	Mean	StDev	SE Mean
Drop on AF side	30	18.17	2.78	0.51
Drop on ITO side	30	59.5	20.8	3.8

Difference = μ (Drop on AF side) - μ (Drop on ITO side)
Estimate for difference: -41.3333
95% CI for difference: (-49.1643, -33.5023)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -10.78 P-Value = 0.000 DF = 30



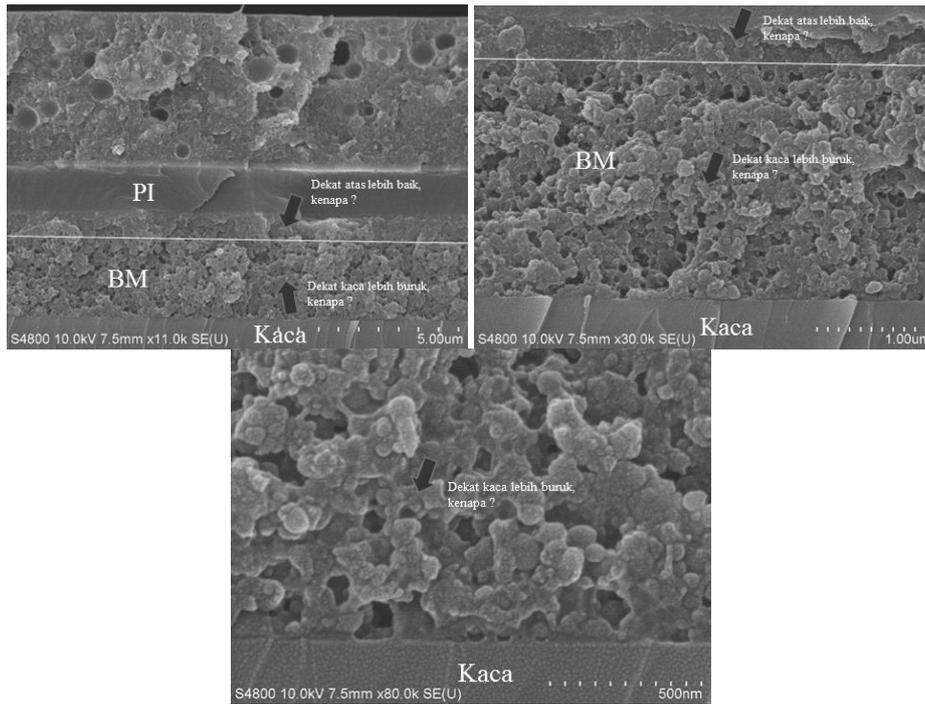
Perbedaan adalah signifikan

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 7b. Hasil beda untuk sisi berbeda pada kaca sensor yang sama dan hasil statistik yang menyatakan adanya perbedaan yang signifikan

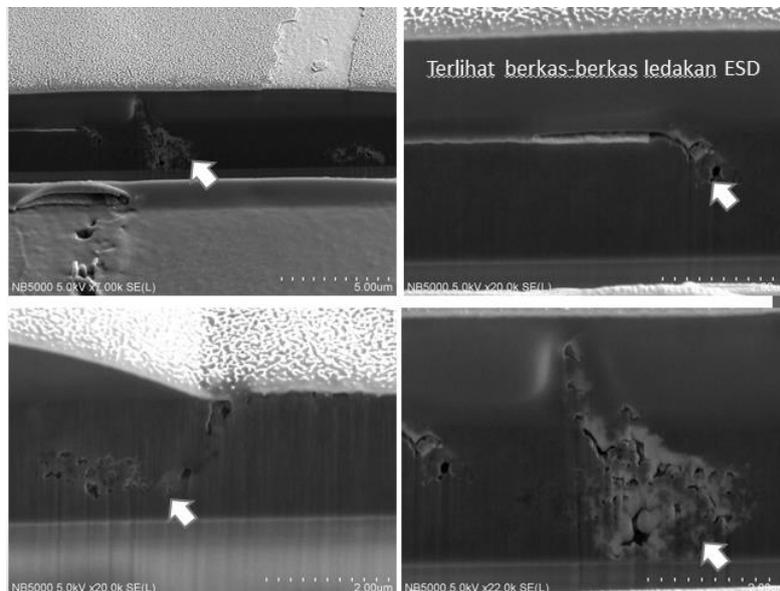
3) BM hitam berubah warna/tidak seragam





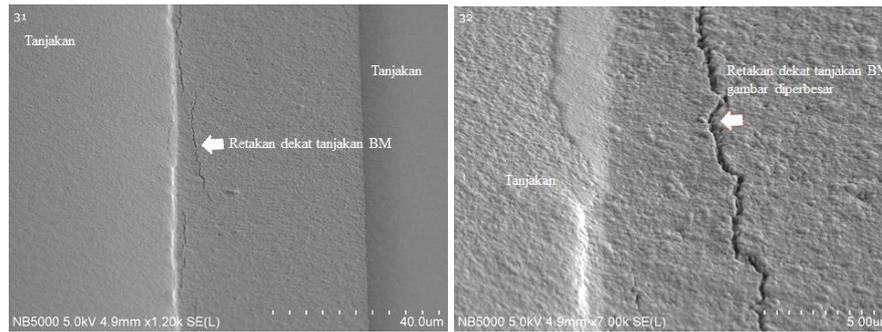
Sumber: Hasil Penelitian (2022)
Gambar 8. Foto BM hitam berubah warna dengan mikroskop 2D dan Elektron

4) ESD berkaitan dengan lapisan BM



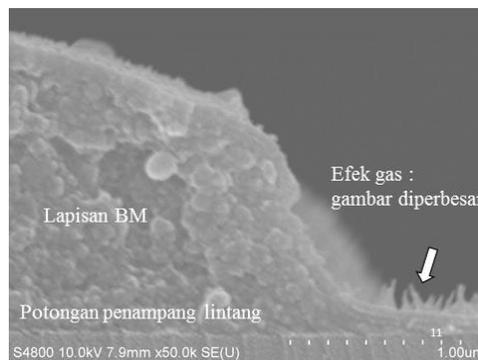
Sumber: Hasil Penelitian (2022)
Gambar 9. Foto ESD terkait dengan celah/bubble pada daerah BM dengan mikroskop 2D dan Elektron

5) Keretakan lapisan ITO akibat tegangan permukaan



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 10a. Foto keretakan lapisan ITO dengan mikroskop 2D dan elektron



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 10b. Foto lapisan ITO tidak normal akibat outgassing dengan mikroskop elektron

Pembahasan

Cacat jumper mengkilap :

Sampel yang bermasalah menunjukkan bahwa jalur logam dibalik lapisan BM/cat tidak memperlihatkan kerusakan yang sama, demikian pula satu baris *jumper* logam di atas atau dibalik lapisan BM juga tidak terjadi kerusakan sama. Hal ini dikarenakan lapisan BM mencegah cahaya UV/matahari mengenainya dari arah atas atau luar modul. Sebaliknya *jumper* logam pada daerah aktif di tengah, semua menunjukkan gejala kerusakan berkilau. Catatan : jumper pada sampel *touch screen* tipe OGS menggunakan campuran Mo : Nb = 9 : 1.

Dari ciri-ciri sampel diatas dan gambar 6 menunjukkan pada *jumper* logam yang cacat berkilau, lapisan Mo lebih tebal, ini terkorelasi dengan proses oksidasi..tepatnya pereduksian yang melibatkan Nb dan pengoksidasian yang melibatkan Mo. Mengacu kepada susunan lapisan jumper logam, rusak logam harus melalui lintasan : sinar UV -> Nb -> Mo -> reaksi kimia -> meunjukkan efek oksidasi. Ini berarti, bahwa cacat telah diawali dari lapisan Mo, sementara UV dan arus listrik dan suhu dan lainnya bertindak sebagai pemercepat. Sedangkan sumber yang menginisial kerusakan lapisan Mo berasal dari proses *sputter* yang terkait dengan mekanisme penghampaan atau penanganan, yang menyebabkan kandungan embun dalam proses.

Efek lapisan ITO terhadap kinerja kaca :

Salah satu tantangan terbesar *touch screen* tipe OGS adalah pengaruh lapisan ITO suhu rendah (pada gambar 4, ITO2) terhadap unjuk kerja lempengan kaca/substrate yang diperkuat (proses *chemical strengthen*). Data menunjukkan bahwa begitu ITO2 di sputterkan/lapiskan ke permukaan kaca substrate, unjuk kerja kaca substrate langsung menurun terhadap uji bola jatuh (penggunaan bahan ITO jenis suhu rendah adalah sesuai dengan tuntutan desain struktur OGS). Efek negatif ini, terkorelasi dengan (1) Lapisan ITO2

berpengaruh terhadap kompresi – tensi pada permukaan kaca (meningkatkan kekuatan tensi pada sisi lapisan ITO), (2) Pengaruh tersebut berkaitan dengan proses pengkristalan lapisan ITO suhu rendah (ITO2) yang menempati ruang lebih..

Penjelasan mekanisme ITO2 dapat menyebabkan kompresi lebih tinggi pada permukaan kaca (hasil statistik pada gambar 7) adalah :

(1) Proses sputter, ITO2 terbentuk lapisan dengan menata dirinya seperti pulau kecil satu persatu disatukan, proses ini seakan-akan menempati ruang lebih., (2) Sedangkan pengeringan/baking mengarah ke volume lebih kecil secara fisik. Ini akan menimbulkan efek kompresi terhadap permukaan kaca sebagaimana mestinya. Tetapi karena efek pemuaian suhu, maka terjadi efek berlawanan (atau tensi), hasil akhir lapisan ITO tetap menempati ruang lebih/ menciptakan tensi terhadap permukaan kaca sisi ITO, (3) Disebabkan efek ITO2 dalam menciptakan tensi tidak stabil atau bervariasi luas selama proses sputter, ini adalah alasan uji bola jatuh pada sisi ITO, unjuk kerja kaca tersebar secara luas

Hasil DOE (percobaan terbatas untuk verifikasi) memperkuat hasil analisa, bahwa kaca substrate lebih tebal lebih stabil karena dengan meminimal deviasi unjuk kerja CS (chemical strengthen), dan juga kompresi/tensi permukaan berubah lebih sedikit setelah pengeringan ITO2, karena kaca lebih tebal mempunyai kemampuan lebih baik dalam mendistribusi stress, atau nilai CT lebih rendah)

BM hitam berubah warna/tidak seragam :

Pada tipe OGS, lapisan BM selalu dikerjakan pada urutan pertama sebelum proses lainnya. Cacat pada warna BM (istilah untuk cat khusus) diartikan BM warna hitam menampilkan warna belang atau tidak rata walaupun ketebalan lapisan BM tidak berubah, mempunyai sebab-sebab tersendiri terlepas dari efek cahaya UV.

Mengacu pada gambar 8. (1) Foto-2D: menunjukkan bahwa BM dekat tepi lebih baik atau tidak berubah warna. Hal ini dapat terkorelasi dengan proses pengeringan BM, lebar yang lebih tipis pada lapisan BM atau dekat tepi, penguapan lebih baik. (2) Foto-SEM: menunjukkan bahwa lapisan BM dekat kaca lebih buruk, sementara dekat lapisan IIM / PI lebih baik. Hal ini dapat terkorelasi dengan proses pengeringan BM, dekat daerah terluar, penguapan adalah lebih baik dan juga kering lebih cepat, kemudian menjadi sebuah penghalang bagi daerah di bawahnya.

DOE untuk verifikasi analisa diatas adalah dengan proses BM → SiO₂ → ITO HT → pengeringan: -> ditemui fenomena cacat berubah warna. DOE ini sangat sederhana, hanya melibatkan proses BM sendiri dan suhu pada proses sesudahnya (ITO HT + pengeringan). Hasil yang diperoleh jelas bahwa suhu adalah faktor yang menarik dimaa fenomena berubah warna terjadi..

Mengacu kepada analisa; maka BM hitam berubah warna harus terkorelasi dengan (1) BM sendiri (kandungan elemen/zat sekunder atau tambahan) atau (2) proses BM (terkait exposure dan pengeringan). Sedangkan proses sesudahnya yang melibatkan panas atau cahaya UV hanya bertindak sebagai penarik cacat berubah warna menjadi lebih jelas terlihat. Sehingga solusinya terletak pada bahan baku BM, yaitu memilih bahan BM yang memenuhi persyaratan proses suhu tinggi.

ESD berkaitan dengan lapisan BM :

Pada *touch screen* tipe OGS, ESD sering terjadi pada daerah BM (gambar 9), di mana pada daerah BM terdapat jalur lintasan logam yang menghubungkan matriks X-Y ke peralatan kontrol luar. Pada tipe OGS banyak ditemui ledakan ESD pada jalur logam di atas lapisan BM, dan kekhasannya adalah ledakan ESD terjadi antara dua jalur logam menyeberangi lapisan BM.

Jumlah data banyak yang terkumpul memperlihatkan bahwa ESD pada daerah BM ada kaitan dengan gelembung udara/bubble pada lapisan BM dan ketidak-murnian senyawa dalam campuran bahan BM.

Kasus ESD (ledakan muatan statis) pada tipe touch screen OGS dapat dipahami lebih baik dengan membandingkannya dengan tipe Dito dan Sito dari aspek desain strukturnya. Perbedaan struktur membawa kepada konsenkuensi dimana tipe Dito tidak terjadi kasus ESD, tipe Sito dapat terjadi kasus ESD, sedangkan tipe OGS relatif banyak terjadi kasus ESD, baik di proses maupun di tangan end user (karena Sito dan OGS secara struktur ada kemiripan). Perbedaan struktur yang menonjol antara tipe Sito dan OGS terletak pada proses lapisan BM. Pada daerah lapisan BM inilah menunjukkan dimana kasus ESD sering terjadi dan penyebab dibaliknya adalah gelembung udara atau disebut bubble pada lapisan BM yang menciptakan celah antara BM dan jumper atau lapisan logam yang melintasi di atasnya.

Keretakan lapisan ITO akibat tegangan permukaan :

Pada *touch screen* tipe OGS, karena proses panjang yang menyangkut perlakuan suhu tinggi, lapisan organik seperti PI/PR/BM dapat menyusut (karena pengeringan). Efek penguapan dapat menyebabkan pertumbuhan lapisan ITO tidak normal (gambar 10b) akibat lapisan BM di bawahnya (tidak dibahas pada artikel ini) atau membengkak bila menyerap cairan selama proses pelarutan atau pembersihan (semakin banyak lapisan organik dengan bahan berbeda-beda ditumpuk, semakin besar kemungkinan terjadinya sumber tegangan permukaan). Akibatnya pada lapisan logam yang relatif tidak terpengaruh oleh kedua proses tersebut muncul tegangan permukaan/*surface tension*. Efek negatif tegangan permukaan adalah dapat menyebabkan keretakan pada lapisan bersangkutan maupun lapisan lainnya bila disertai ko-faktor. Bila lapisan lain yang dimaksud berupa jalur logam yang retak halus, itu akan menaikkan nilai resistansi yang pada akhirnya memicu ledakan ESD yang memutuskan jalur logam tersebut. Bila yang dimaksud adalah jalur ITO yang relatif tipis, maka tegangan permukaan/*surface tension* dapat menyebabkan jalur ITO terputus (gambar 10a), sedangkan ledakan ESD yang terlihat pada sampel jalur ITO putus hanya sebagai penyebab sekunder atau susulan

Problem tegangan permukaan yang timbul akibat tumpukan berbagai lapisan dengan bahan yang berbeda-beda dan perlakuan suhu antara sub proses yang berbeda, hanya dapat diatasi dengan optimalisasi parameter proses, bila bahan baku organik sudah ditetapkan.

4. Kesimpulan

Pada penelitian kasus ini, gejala kerusakan pada modul *touch screen* tipe OGS merupakan konsekuensi dari desain struktur OGS itu sendiri, dimana solusinya hanya dapat dilakukan melalui optimalisasi parameter proses pada tiap sub proses dalam pembuatan modul *touch screen* dan pilihan yang tepat bahan organik, terutama BM yang dipergunakan. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk optimalisasi BM sehingga dapat memberikan solusi efektif dan bersifat menyeluruh untuk tipe OGS.

Referensi

- [1] E. Yadin, V. Kozlov, and Machevskis. *Recent Developments in the Deposition of ITO and AR Coating*, 2003 society of vacuum, 46th annual technical conference proceedings, 185-189, 2003.
- [2] Kuorosh Kalantar Zadeh., Benjamin Fry, 2008. *Nanotechnology Enabled Sensors*, Springer, New York.
- [3] K. Utsumi, H. Iigusa. *The Effect of SnO₂ Concentration on The Electrical and Optical Properties of In₂O₃ Films*, TOSOH research & Technology Review Vol.47, 2003.
- [4] Saludin. Muis. *Teknologi Nano, Dalam Pembuatan Sensor Layar Sentuh*, Jilid 1, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2013.
- [5] Saludin. Muis. *Teknologi Nano, Dalam Pembuatan Sensor Layar Sentuh*, Jilid 2, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2013.

- [6] Saludin. Muis, *Teknologi Nano, Dalam Pembuatan Sensor Layar Sentuh*, Jilid 3, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2013.
- [7] Saludin. Muis, *Teori Keandalan dan Mekanisme Korosi, Teknik Pembuatan Sensor Layar sentuh*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2015.
- [8] Saludin. Muis, *Kontaminasi kontrol dan Teori Difusi, Teknik Pembuatan Sensor Layar sentuh*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2015.
- [9] Saludin. Muis, *Teori Pembentukan Film (Lapisan) Tipis Skala Nanometer*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2016.
- [10] Saludin. Muis, *Teori Adhesi dan Bahan Adhesif*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2017.
- [11] T. Minami, H. Sonohara, T. Kakumu, S. Takata. *Physics of Very Thin ITO Conducting Films with High Transparency Prepared by DC Magnetron Sputtering*, thin solid films 270, 37-42, 1995.
- [12] X.W. Sun, H.C. Huang, and H.S. Kwok. *On The Initial Growth of Indium Tin Oxide on Glass*, Appl. Phys. Lett, 2663-2665, 1996.