

ANALISIS PENYEBAB CACAT PADA PRODUKSI SKUN DENGAN *BARREL PLATING*

Nurlaili ¹⁾, Hernadewita ²⁾, Hendra ³⁾

¹⁾ Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Jakarta

²⁾ Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana

³⁾ Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email : nurlaili@uid.ac.id

Abstrak, Proses electroplating dengan metode barrel plating mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan metode plating lainnya, selain dapat menghasilkan produk dengan volume produksi lebih banyak sekaligus, *barrel* juga bisa digunakan untuk berbagai jenis material dengan peralatan yang sama. Namun, saat proses produksi massal ditemukan banyak produk cacat seperti perubahan warna menjadi kekuning-kuningan, produk bercampur, lapisan terkelupas, ketebalan lapisan yang tidak sesuai dan cacat lainnya. Cacat terbanyak adalah *yellowish* yaitu sebesar 40,15% dari keseluruhan kasus. Dengan *focus group discussion* (FGD) dilakukan analisis penyebab cacat yang terjadi pada proses produksi skun dengan barrel plating. Analisis cacat dilakukan dari awal proses sebelum pelapisan, proses pelapisan sampai proses setelah pelapisan. Dari hasil focus group discussion ditemukan cacat *yellowish* berasal dari larutan elektrolit yang tidak bereaksi, adanya kontaminasi didalam larutan elektrolit, air pembilasan kotor, lapisan *plating* terbakar karena *overheat*, produk masih lembab, adanya pengotor pada permukaan produk, waktu dan temperatur oven tidak sesuai dengan standar dan adanya pengotor yang berasal dari udara sekitar. Setelah ditemukan penyebab cacat dilakukan perbaikan dengan 4W 1H, setelah semua tindakan dilakukan, cacat *yellowish* dapat turun menjadi 24,66% atau turun sekitar 15,49%.

Kata kunci : *electroplating, barrel plating, cacat yellowish, focus group discussion (FGD)*

PENDAHULUAN

Terdapat berbagai usaha yang dapat dilakukan untuk memperlambat timbulnya korosi pada material logam salah satunya dengan cara pelapisan (*coating*). Salah satu jenis pelapisan yang banyak dilakukan adalah dengan cara *electroplating*. *Electroplating* adalah proses pelapisan logam dengan logam lainnya menggunakan arus listrik. Proses *electroplating* tidak hanya dimaksud untuk memberi perlindungan terhadap korosi, tetapi juga dapat membentuk sifat keras permukaan, dan sifat teknis atau sifat mekanis tertentu, dan juga memberikan nilai dekoratif terhadap logam dasar (Sudigdo, dkk, 2013). Pada tahun 1992-1993 di Amerika Serikat mempunyai sekitar 6,750 fasilitas *plating*. 37% menggunakan khusus *barrel plating*, dan 32% menggunakan *barrel* dan rak *plating*, oleh karena itu, sekitar 69% dari semua fasilitas *plating* menggunakan proses *barrel plating* dalam layanan mereka. Proses *barrel plating* biasanya digunakan untuk 3 keperluan berikut atau kombinasi dari ketiganya, yaitu pertama, melindungi dari korosi, kedua untuk dekoratif, dan yang ketiga pelapisan secara teknis. Penggunaan *barrel* untuk proses *plating* terdapat keuntungan yang tidak didapatkan

pada proses *plating* menggunakan rak atau *line plating*. Keuntungan penggunaan *barrel plating* menurut (Kliniem, 2021) adalah volume produksi lebih banyak untuk material kecil dibandingkan dengan proses rak *plating*. Selain itu, *barrel plating* serba guna, bisa digunakan untuk berbagai jenis material dengan peralatan yang sama. Kanani (2004) dalam Herrera-Loya (2022) mengatakan, proses *electroplating* menggunakan *barrel* dapat menyebabkan produk berubah bentuk dan produk tergores karena adanya benturan antar produk saat *barrel* berputar, sehingga perlu adanya optimalisasi proses untuk mengurangi cacat tersebut. Selain itu, dikarenakan proses yang melibatkan reaksi kimia didalamnya membuat proses ini rumit dikontrol. Beberapa cacat yang terjadi pada proses *electroplating* tidak hanya pada proses pelapisan, tetapi proses sebelum pelapisan (*pre-treatment*) dan setelah proses pelapisan (*post-treatment*) akan menyebabkan cacat jika tidak dikontrol dengan baik. Cacat yang sering terjadi selama proses *plating* seperti *pitting*, *plating* tidak rata (*uneven*), oksidasi dan lainnya (Sharretsplating.com).

Kanan (2017) melakukan eksperimen dengan menggunakan *barrel* modifikasi untuk meningkatkan *yield* dan *quality* pada proses

plating produk semikonduktor. Cacat yang ditimbulkan pada proses *electroplating* adalah *ballast stick*, *crack*, *discoloration*, *unit coupling*, *missing plating* dan *burn mark*. Selain itu cacat yang terjadi dalam proses *plating* seperti *plating buram*, *water over*, *no plating* dan *scratch* dapat diturunkan dengan menggunakan metode *fishbone* berbasis andon, dengan mengontrol penyebab-penyebab cacat dan melakukan perbaikan secara terus menerus (*kaizen*) (Sari, 2019). Cacat lainnya pada produk setelah *plating* adalah adanya warna yang tidak sama pada keseluruhan hasil lapisan sehingga membentuk noda gelap atau noda putih pada permukaan lapisan. Noda yang berbentuk spot terjadi selama proses *plating* yang disebabkan oleh larutan bahan kimia yang digunakan (Yusuf, 2018). Pemilihan proses produksi akan mempengaruhi jenis cacat yang ditimbulkan, pada proses *barrel plating* akan menimbulkan cacat perubahan bentuk (Kanani, 2004). Kurangnya pergerakan elektrolit melalui celah *barrel* sehingga menyebabkan cacat pada produknya seperti tidak terlapis, lapisan terbakar, perubahan warna (Kanan, 2017). *Whisker* (kumis) yang tumbuh pada produk elektronik setelah proses pelapisan dengan timah menjadi cacat yang dapat menyebabkan produk kehilangan fungsi, cacat ini dapat tumbuh setelah produk diproduksi dalam waktu lama (Hashim, et al., 2019).

Dalam skala industri proses *electroplating* sudah berkembang dengan berbagai macam jenis proses, dan tambahan tahapan kerja untuk memperoleh produk berkualitas. Salah satu proses yang sering digunakan untuk produk kecil adalah proses *barrel plating*. Pelapisan logam dengan listrik merupakan rangkaian dari arus listrik, anoda dan katoda, larutan elektrolit dan benda kerja yang ditempatkan sebagai katoda. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil *plating* antara lain larutan penghantar arus, nilai pH larutan, temperatur, arus yang digunakan dan waktu proses *plating* (Ojo, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab cacat pada produk skun yang diproduksi menggunakan *barrel plating*. Cacat yang dilakukan analisis adalah cacat dengan persentase terbanyak.

METODE

Dengan menggunakan metode *focus grup discussion* (FGD) untuk mencari penyebab cacat dari proses awal sampai terakhir. Setelah mendapatkan penyebab cacat dari metode FGD selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan metode 5WH (Why, What, Where, When, Who & How).

Focus group discussion (FGD) beranggotakan 7 orang, 3 orang dari bagian *quality control* dengan masa kerja minimal 8 tahun, 1 orang ahli dari Jepang dengan pengalaman kerja di bagian *plating* 15 tahun, dan 3 orang dari departemen *plating* dengan masa kerja minimal 11 tahun. FGD dilakukan dengan menganalisis potensi adanya cacat pada setiap proses *plating* dari awal sampai akhir produksi. Kemudian dianalisis salah satu cacat paling banyak terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cacat internal produk skun proses *barrel plating* seperti ditunjukkan dalam Tabel 1. Jumlah cacat internal *responsible plating* didasarkan pada jumlah kasus. Cacat terbanyak yang ditemukan adalah *yellowish*. Cacat internal dihitung berdasarkan kasus yang ditemukan, sehingga di dalam satu kasus bisa berarti beberapa kotak produk dan berisi ratusan *pieces*. Jumlah produk per kotak mulai dari 50 pcs sampai 25.000 pcs. Penentuan produk reject berdasarkan hasil 100% seleksi jika ditemukan 5% cacat dari total jumlah per kotak maka produk tersebut akan ditahan untuk dilakukan investigasi lanjutan. 5% cacat merupakan ketentuan internal perusahaan. Produk cacat ada yang langsung dijadikan *scrap* dan ada pula yang dapat dilakukan *rework* sesuai dengan tingkat keparahan dari cacat yang terjadi.

Selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan metode *focus grup discussion* (FGD) yang beranggotakan 7 orang, 3 orang dari bagian QC dan 1 orang ahli dari Jepang, 3 orang dari Departemen *plating*. FGD dilakukan dengan menganalisis potensi adanya cacat *yellowish* pada setiap proses *plating* dari awal sampai selesai produksi. Hal ini dilakukan untuk memperjelas semua langkah proses dan melihat adanya kemungkinan cacat pada proses. Pada Tabel 2 memperlihatkan hasil *focus group discussion* penyebab cacat pada proses *electroplating*.

Tabel 1. Jumlah Cacat Internal

No	Nama cacat	Jumlah Kasus	Persentase
1	Damage	1	0,10%
2	Kotor	2	0,21%
3	Void	2	0,21%
4	Surface NG	2	0,21%
5	Dokumen NG	3	0,31%
6	No Plating	3	0,31%
7	Foreign Matter	4	0,42%
8	Packaging NG	4	0,42%
9	Melt	10	1,04%
10	Peel Off	11	1,15%
11	Thickness Out	11	1,15%
12	Discoloration	15	1,56%
13	Mix	32	3,34%
14	Not Bright	74	7,72%
15	White Spot	74	7,72%
16	Deformation	89	9,28%
17	Machine Trouble	237	24,71%
18	Yellowish	385	40,15%
	Total	959	

Sumber : Olah Data, (2019)

Seperti terlihat pada Tabel 1 cacat *yellowish* mencapai 40.1% kasus dari total cacat yang terjadi, untuk kasus cacat lainnya tidak mencapai setengah dari cacat *yellowish*.



Gambar 1. Contoh produk skun *yellowish*

Cacat *yellowish* seperti pada Gambar 1 adalah perubahan warna pada permukaan produk yang harusnya berwarna silver seperti warna timah menjadi warna kekuning-kuningan. Cacat ini tidak mempengaruhi fungsi tetapi hanya tampak rupa. Cacat terjadi setelah produk dilakukan proses *plating* beberapa hari (tidak langsung timbul setelah keluar dari mesin). Ketika cacat sampai ke konsumen akan mengakibatkan *return goods* dan proses *rework* yang membutuhkan biaya tinggi dan mempengaruhi jadwal *shipping*.

Cacat paling banyak pada proses *electroplating* adalah perubahan warna produk menjadi kuning yang terjadi setelah produk selesai diproduksi sehingga menyebabkan kerugian pada perusahaan dikarenakan produk harus dilakukan proses *plating* ulang. Cacat *yellowish* atau perubahan warna menjadi kekuning-kuningan salah satu penyebabnya karena larutan elektrolit yang tidak bereaksi sesuai yang diinginkan. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, saat produk dimasukkan ke dalam larutan *plating* anoda (tin) tidak merespon (tidak mengeluarkan reaksi). Pelapisan dilakukan dengan menggunakan proses *barrel plating* dan dengan anoda berupa tin murni. Penggunaan tin murni pada larutan tin alkali dengan sistem *barrel* berpotensi menyebabkan hasil lapisan menjadi kasar dikarenakan adanya pembentukan divalent stannite (Sn^{2+}). Untuk itu diusahakan ion-ion yang berasal dari anoda berbentuk *tetravalent stannate* (Sn^{4+}) sehingga lapisan yang dihasilkan akan lebih sempurna dengan cara mengontrol komposisi larutan dan melakukan operasional sesuai kondisi operasi yang telah ditentukan. Untuk pengontrolan larutan dapat dilakukan dengan cara analisa larutan secara kuantitatif atau dengan cara visual terhadap larutan, karena bila konsentrasi ion stannite tinggi, maka warna larutan akan berubah menjadi abu-abu atau hitam dan menyebabkan hasil produksi tidak sempurna (Saleh, 2017).

Arus yang digunakan, voltase dan waktu operasi akan mempengaruhi ketebalan lapisan yang dihasilkan (Guler, 2016). Proses *pre-treatment* sebelum pelapisan akan mempengaruhi hasil *plating*. Proses ini dapat dilakukan dengan proses agitasi ultrasonic, maupun proses mekanik dan kimia (Chuang, et al., 2018; Uhlmann, et al., 2018).

Setelah menemukan potensi cacat, tahap selanjutnya dilakukan analisis untuk memudahkan dalam melakukan usulan perbaikan, yaitu dilakukan perencanaan dengan mengikuti prinsip-prinsip 5W1H (*Why, What, Where, When, Who & How*). Hal ini bertujuan untuk memastikan perbaikan yang dilakukan tepat sasaran dan sesuai dengan target yang diharapkan. Berikut rencana perbaikan berdasarkan metode 5W1H. Rencana perbaikan seperti ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Hasil FGD Penyebab Cacat

No	Nama Proses	Jenis Proses	Kemungkinan Cacat	Penyebab	Faktor
1	Loading material	Memasukkan material <i>before</i> proses dari <i>hopper</i> ke <i>barrel</i>	Produk tercampur	Material / produk tertinggal dalam <i>hopper</i> , dalam bok, dalam <i>barrel</i>	Man
2			Berubah bentuk	Benturan antara produk dengan <i>hopper</i>	Mesin
3			Berubah bentuk	Benturan antara produk dengan anoda yang ada di dalam <i>barrel</i> (dari awal proses sampai proses <i>Sn plating</i>)	Mesin
4	Degreasing	Menghilangkan lemak dari material	<i>Discoloration</i>	Lemak tidak hilang karena konsentrasi kimia dan waktu proses tidak sesuai standar	Mesin
5	Pembilasan	Pembilasan dengan air ledeng	<i>Discoloration</i>	Material mengandung <i>foreign matter</i> yang tidak bisa dibersihkan	Material
6			<i>Discoloration</i>	Air <i>rinsing</i> sudah tidak mampu membilas karena air <i>rinsing</i> kotor	Mesin
7	<i>Pickling</i> (cuci asam)	Membersihkan material dari karat	Lubang kecil pada produk	Konsentrasi bahan kimia dan waktu proses tidak sesuai standar	Mesin
8	Pembilasan	Pembilasan dengan air ledeng	<i>Discoloration</i>	Air <i>rinsing</i> sudah tidak mampu membilas karena air <i>rinsing</i> kotor	Mesin
9	<i>Bright pickling</i>	Memperhalus permukaan material	Permukaan produk kasar	<i>Overheat</i> dan <i>overtime</i>	Mesin
10	Pembilasan	Pembilasan dengan air ledeng	<i>Discoloration</i>	Air <i>rinsing</i> sudah tidak mampu membilas karena air <i>rinsing</i> kotor	Mesin
11	<i>Sn Plating</i>	Proses pelapisan	Lapisan tidak merata	Arus tidak stabil	Mesin
12			Lapisan tidak memenuhi standar	Larutan elektrolit tidak bereaksi	Mesin
13			Tidak <i>terplating</i>	Arus tidak mencapai target	Mesin
14			Terkelupas	Arus tidak stabil	Mesin
15			Meleleh	Arus pada katoda tidak stabil	Mesin
16			<i>Yellowish</i>	Larutan elektrolit tidak bereaksi	Mesin
17			<i>Yellowish</i>	Adanya pengotor pada larutan elektrolit	Mesin
18			<i>Yellowish</i>	Reaksi tidak sempurna	Mesin
19			<i>Yellowish</i>	Larutan elektrolit menjadi rusak karena arus terlalu tinggi	Mesin
20			Tidak <i>terplating</i>	Anoda tidak standar	Mesin
21			Terkelupas	Salah <i>supply</i> bahan kimia	Man
22			Tidak <i>terplating</i>	Konsentrasi bahan kimia di bawah standar	Mesin
23			Tidak <i>terplating</i>	<i>Barrel</i> tidak memenuhi standar	Mesin
24			Lapisan terlalu tebal / tipis	Waktu <i>plating</i> tidak sesuai standar	Mesin
25			Permukaan produk tidak rata (terbakar)	Arus terlalu tinggi	Mesin
26			<i>Yellowish</i>	Anoda tidak bereaksi	Mesin
27			Pembilasan	Pembilasan dengan air demineralisasi	<i>Discoloration / yellowish</i>
28	<i>Discoloration / yellowish</i>	Air pembilasan berubah sifat menjadi asam			Mesin
29	Dirty (kotor)	Air pembilasan mengandung lumut atau sudah kotor			Mesin
30	Pengeringan	Proses mengeringkan produk setelah pelapisan	<i>Yellowish</i>	Lapisan <i>plating</i> terbakar karena <i>Overheat</i>	Mesin
31			<i>Yellowish</i>	Produk masih basah karena waktu operasi dan temperatur <i>drying</i> tidak sesuai standar	Mesin
32			Perubahan bentuk	Benturan antar produk saat mesin berputar	Mesin
33			Tergores	Benturan antara produk dan iron basket	Mesin
34	Oven proses	Menghilangkan kandungan air dan oksigen di dalam lapisan <i>plating</i>	<i>Yellowish</i>	Adanya kandungan kontaminan di dalam produk	Mesin
35			Kotor	Produk terkena oli yang ada di rantai mesin	Mesin
36			<i>Yellowish</i>	Waktu dan temperatur oven tidak sesuai standar	Mesin
37			<i>Yellowish</i>	Adanya kontaminan yang berasal dari udara sekitar area produksi yang menempel pada produk	environment
38	Unloading proses	Memasukkan produk dari <i>iron basket</i> ke <i>box</i>	Produk tercampur	Member salah meletakkan dokumen produk	Man

Sumber : Result FGD

Dari hasil *focus grup discussion* (FGD) pada Tabel 2 ditemukan faktor-faktor dominan

penyebab cacat *yellowish* pada proses *electroplating* adalah sebagai berikut :

- a. Larutan elektrolit yang tidak bereaksi
 - b. Adanya pengotor pada larutan elektrolit
 - c. Reaksi tidak sempurna
 - d. Larutan elektrolit menjadi rusak karena arus terlalu tinggi
 - e. Anoda tidak bereaksi
 - f. Konduktifitas air terlalu tinggi
 - g. Air pembilasan berubah sifat menjadi asam
 - h. Lapisan plating terbakar karena *overheat*
 - i. Produk masih basah karena waktu operasi dan temperatur drying tidak sesuai standar
 - j. Adanya kandungan kontaminan dalam produk
 - k. Waktu dan temperatur oven tidak sesuai standar
 - l. Adanya kontaminan yang berasal dari udara sekitar area produksi
- and How). Perbaikan yang dilakukan antara lain seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3 :
- a. Melakukan *test running* setiap hari dengan *dummy* sebelum dilakukan produksi massal.
 - b. Mengganti kapasitas pompa filter untuk sirkulasi larutan elektrolit
 - c. Mengatur urutan produksi dari ampere tertinggi di awal running
 - d. Melakukan suplai aditif untuk mempercepat reaksi larutan elektrolit
 - e. Menambah suplai aditif secara manual diawal proses produksi
 - f. Mengubah setting suhu oven
 - g. Menambah silica gel
 - h. Mengubah standar konsentrasi suplai bahan kimia
 - i. Memastikan air cooler menyala agar udara di sekitar area produksi optimal
 - j. Membuat penutup tangki agar tidak ada kotoran yang menempel ke dalam produk

Setelah menemukan penyebab terjadinya cacat *yellowish*, dilakukan upaya perbaikan dengan metode 4W1H (*Why, What, Where, When, Who*

Tabel 3. Analisis penyebab masalah dengan 4W1H

No	Penyebab	Why	What	Where	When	Who	How
1	Larutan elektrolit tidak bereaksi	Memastikan larutan elektrolit bereaksi	Mengatur proses produksi	Tangki Sn Plating	Apr 20	Staff Operasional	Melakukan test running dengan dummy
2	Adanya kontaminasi di dalam larutan elektrolit / larutan elektrolit rusak	Kapasitas pompa filter terlalu kecil	Menambah kapasitas pompa sirkulasi Sn	Tangki Sn Plating	Juni 20	Staff Maintenance	Mengganti kapasitas pompa filter
3	Reaksi Tidak Sempurna	Memastikan larutan elektrolit bereaksi	Mengatur proses produksi	Tangki Sn Plating	Apr 20	Staff Operasional	Mengatur urutan produksi dengan ampere tinggi di awal running
4	Anoda tidak bereaksi	Mempercepat reaksi anoda	Menambah katalis	Tangki Sn Plating	Apr 20	Staff Analysis	Suplai aditif
5	Tidak ada suplai bahan kimia untuk mempercepat reaksi	Memastikan larutan elektrolit bereaksi	Menambah katalisator	Tangki Sn Plating	Apr 20	Analisis tim	Suplai aditif secara manual pada saat proses awal produksi
6	Lapisan terbakar (<i>Overheat</i>)	Suhu Oven terlalu tinggi	Mengubah setting suhu oven	Oven area	Mei 20	Staff Maintenance	Mengubah setting suhu oven
7	Produk masih basah	Terdapat uap di dalam box produk	Menambah penyerap uap pada produk	Semua produk	Mei 20	Tim Operasional	Menambah silica gel untuk menyerap uap di dalam box
8	Adanya kontaminasi pada permukaan produk	Menghindari kontaminasi	Suplai bahan kimia	Tangki Sn plating	Apr 20	Staff Analysis	Mengubah standar konsentrasi suplai bahan kimia
9	Udara terlalu Panas	Air cooler tidak menyala	Menyalakan air cooler	Lapangan	Apr 20	General Affair	Memastikan air cooler menyala ketika proses produksi
10	Kontaminan di dalam produk	Adanya kotoran dari reaksi kimia	Tidak ada penutup	Semua tangki	Juli 20	Head Departemen	Membuat penutup tangki

Tabel 4. Perbandingan cacat sebelum dan setelah perbaikan

No	Nama cacat	Kasus awal		Kasus Setelah perbaikan	
1	Damage	1	0,10%	2	0,30%
2	Dirty	2	0,21%	15	2,27%
3	Void	2	0,21%	2	0,30%
4	Surface NG	2	0,21%	11	1,66%
5	Dokumen NG	3	0,31%	14	2,12%
6	No Plating	3	0,31%	0	0,00%
7	Foreign Matter	4	0,42%	5	0,76%
8	Packaging NG	4	0,42%	35	5,30%
9	Melt	10	1,04%	0	0,00%
10	Peel Off	11	1,15%	7	1,06%
11	Thickness Out	11	1,15%	0	0,00%
12	Discoloration	15	1,56%	58	8,77%
13	Mix	32	3,34%	12	1,82%
14	Not Bright	74	7,72%	5	0,76%
15	White Spot	74	7,72%	106	16,04%
16	Deformation	89	9,28%	67	10,14%
17	Machine Trouble	237	24,71%	159	24,05%
18	Yellowish	385	40,15%	163	24,66%
	Total	959		661	

Sumber : Olah Data (2020)

Setelah dilakukan perbaikan pada proses plating skun, seperti pada Tabel 3, kemudian dilakukan evaluasi untuk mengetahui efek perbaikan terhadap produk hasil produksi. Dilakukan monitoring dengan membandingkan jumlah cacat sebelum dan sesudah perbaikan dari hasil seleksi. Berdasarkan Tabel 4, Cacat yellowish dapat menurun dari 385 kasus menjadi 163 kasus atau dari 40,15% menjadi 24,66% turun 15,49% dari kasus sebelumnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis penyebab cacat pada proses produksi skun dengan barrel plating, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Cacat *yellowish* cacat terbanyak yang ditemukan saat proses produksi yaitu sebesar 40,15%
2. Cacat *yellowish* disebabkan oleh larutan elektrolit yang tidak bereaksi, adanya kontaminasi di dalam larutan elektrolit, air pembilasan kotor, lapisan *plating* terbakar karena *overheat*, produk masih lembab, adanya pengotor pada permukaan produk, waktu dan temperatur oven tidak sesuai dengan standar serta adanya pengotor yang berasal dari udara sekitar.

3. Untuk menurunkan jumlah cacat dilakukan perbaikan dengan mengatur udara sekitar, mengatur bahan kimia yang ditambahkan ke dalam larutan, dan menyaring pengotor di dalam bahan kimia dengan pompa penyaring, mengatur urutan proses produksi dengan produk ampere tertinggi di awal proses, melakukan produksi dummy di awal produksi agar larutan dapat bereaksi, menambahkan penyerap udara di dalam bok produk.
4. Setelah perbaikan cacat *yellowish* dapat turun sebanyak 15,49% dari kasus sebelumnya. Cacat *yellowish* belum bisa dihilangkan sepenuhnya
5. Agar cacat tidak ditimbulkan kembali, perlu adanya upaya menjaga kebersihan udara sekitar dengan selalu menjaga sirkulasi udara. Penelitian selanjutnya perlu melihat pengaruh faktor lingkungan sekitar seperti kelembaban udara, cahaya dan lainnya terhadap cacat yang ditimbulkan pada proses pelapisan logam dengan cara barrel plating.
6. Cacat pada proses plating belum dapat dihilangkan sepenuhnya, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengurangi cacat *discoloration*, *white spot*, *deformation* dan cacat lainnya yang melebihi diatas 5% atau cacat yang meningkat setelah perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chuang, H. C., Yang, H. M., Wu, G. L., Sanchez, J., & Shyu, J. H. (2018) *The effects of ultrasonic agitation on supercritical CO2 copper electroplating*. Ultrasonics Sonochemistry.
- Guler, ebru Saralogru. (2016). Effects of Electroplating Characteristics on the coating properties. *Jurnal Intech*.
- Hashim, N. A. Arif, M. A. AS., Mokhtar, N. Z. M., Idris, S. (2019). Tin (Sn) Whisker Growth from electroplated Sn finished. *IOP Publishing*.
- Herrera-Loya, M. R., Cervantes-Herrera, L. M., Gutierrez-Vallejo, S., & Ibanez, J. G. (2022). Leaded or unleaded? Homemade microscale tin electroplating. *Chemistry Teacher International*, 4(1), 97-102.
- Klinieam, K., & Noiying, P. (2021, September). A Machine Vision Approach for Copper Plating Quality Control System Development. In 2021 Research, Invention, and Innovation Congress:

- Innovation Electricals and Electronics (RI2C) (pp. 317-320). IEEE.
- Kanani, Nasser. (2004). *Electroplating : Basic Principles, Processes and Practice*. Elsevier.
- Kanan, M. M. D, Zaimi M., Manaf, M. E. A, & Pham N. M. (2017). Quality and yield improvement of barrel tin plating process for SMX Semiconductor Packages. *Journal of Advanced Manufacturing Technology*.
- Ojo, A. A. & Dharmadasa, I. M. (2018) *Electroplating of semiconductor materials for applications in large area electronics*. (A review). Coatings MDPI.
- R., Sudigdo. (2013). Optimasi Kondisi Proses Pelapisan Dengan Variasi NaCl dan NH₄Cl terhadap waktu. *Jurnal Korosi, Universitas Muhammadiyah, Surakarta*.
- SPC, Surface Treatment Experts. (2020). *Electroplating defect and issues*. www.sharrettsplating.com
- Saleh, Azhar. (2017). *Electroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. CV Yrama Widya, Bandung.
- Sari, I. P. (2019). Penerapan Total Quality Management Pada Perencanaan Kaizen Kualitas plating di PT Surteckariya Indonesia Dengan Metode Fishbone Berbasis Android. *Jurnal Informatika Simantik*, 4.
- Uhlmann, U., & Jaxzkowski, R. (2018). Mechanical Pretreatment before Electroplating of Aluminium alloy AlSi12. *Journal Surface & Coating Technology*. doi:10.1016/j.surfcoat.2018.07.099
- Yusuf, M. (Ed.). (2018). *Handbook of renewable materials for coloration and finishing*. John Wiley & Sons.