

Rancang Bangun Sistem Elektroplating Otomatis Berbasis Teknologi Android

I Kadek Ricky Adriyasa, I G.N. Nitya Santhiarsa, I G.B. Wijaya Kusuma
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini berupaya untuk membantu para pengusaha konvensional di Bali mengembangkan teknologi dengan teknologi digital otomatisasi, agar proses pelapisan logam dapat dikendalikan lebih mudah secara simultan tanpa terkendala jarak. Penelitian ini juga untuk mengetahui sistem kontrol pada alat proses elektroplating berfungsi atau terhubung dengan laptop dan smartphone android melalui internet, untuk terhubungnya smartphone android dan laptop pada saat proses elektroplating penelitian ini menggunakan aplikasi Blynk, pemrograman Arduino, Alat Node MCU ESP 8266. Pada proses elektroplating dengan sistem kontrol dilakukan dua kali pengujian dengan spesimen I dan spesimen II yang di dapatkan hasil berat spesimen menggunakan dua timbangan yaitu timbangan analitik dan timbangan digital. Dari timbangan tersebut didapatkannya hasil yang hampir sama timbangan analitik spesimen I tanpa kontrol menunjukkan hasil 2,8861g hasil ini mendekati dari hasil timbangan digital yaitu 2,89g, untuk hasil timbangan analitik spesimen II yaitu 3,3009g hasil ini mendekati dari timbangan digital yaitu 3,26g dan untuk spesimen I dengan kontrol menunjukkan hasil 2,9444g hasil ini sama dengan hasil timbangan digital yaitu 2,94g sedangkan untuk spesimen II menunjukkan hasil yaitu 3,4238g hasil ini mendekati dari hasil timbangan digital yaitu 3,50g.

Kata kunci: Elektroplating, sistem kontrol, smartphone android

Abstract

This study seeks to help conventional entrepreneurs in Bali develop technology with digital automation technology, so that the metal plating process can be controlled more easily simultaneously without being constrained by distance. This research is also to find out the control system on the electroplating process tool functions or is connected to a laptop and android smartphone via the internet, to connect an android smartphone and a laptop during the electroplating process this research uses the Blynk application, Arduino programming, the MCU ESP 8266 Node Tool. In the electroplating process with the control system, two tests were carried out with specimen I and specimen II, which resulted in the weight of the specimen using two scales, namely analytical scales and digital scales. From these scales, the results are almost the same as the analytical balance for specimen I without control, showing the results of 2.8861g. This result is close to the result of the digital scale, which is 2.89g, for the analytical balance of specimen II, which is 3.3009g, this result is closer to the digital scale, which is 3.26g and for specimen I with control, the result is 2.9444g, this result is the same as the digital scale, which is 2.94g, while for specimen II, the result is 3.4238g, this result is close to the digital scale, which is 3.50g.

Keywords: Electroplating, Control System, Android Smartphone

1. Pendahuluan

Elektroplating adalah menggunakan logam sebagai media untuk melapisi benda padat yang mempunyai bersifat konduktor yang dibantu aliran arus listrik. Didunia plating, jenis logam pelapis yang sering digunakan antara lain tembaga, nikel dan krom. Jenis tembaga yang banyak dipilih untuk pelapisan dasar [1]. Proses elektroplating juga digunakan untuk menanggulangi terjadinya korosi, korosi akan terjadi sebagai akibat adanya oksidasi antara logam. Maka dari itu pelapisan logam banyak digunakan untuk *finishing* terutama untuk logam-logam yang mudah mengalami korosi. Selama ini Bali sangat memerlukan pengembangan teknologi secara otomatis untuk proses pelapisan logam, karena perkembangan teknologi yang sangat pesat membuat masyarakat selalu menginginkan segala sesuatu yang serba efisien.

Ada beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [2] mengemukakan hasil dari penelitian bahwa menunjukkan rata-rata kekuatan tarik dan

kekerasan aluminium mengalami peningkatan setelah mendapatkan perlakuan elektroplating. Penelitian yang dilakukan oleh [3] mengemukakan bahwa waktu beserta suhu pelapis memiliki pengaruh yang signifikan pada nilai ketebalan serta kekasaran permukaan, sedangkan untuk penelitian terdahulu sistem android oleh [4] mengemukakan hasil penelitian yang diperoleh, *Arduino Uno* tidak menyediakan ruang saat pengelolaan data base secara online sehingga memerlukan *software* pendukung lainnya. Sebagai pengendali dan sistem android merupakan media penghubung informasi saling terkait merupakan sumber informasi yang terbuka. Penelitian yang dilakukan oleh [5] mengemukakan hasil penelitian yang diperoleh bahwa mesin memiliki keakuratan saat menimbang dan android dapat berfungsi maksimal dengan jarak ideal guna mengamankan sistem dari mesin dengan jumlah penghalang tertentu. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mencoba melakukan penelitian tentang elektroplating berbasis teknologi android

karena selama ini para pelaku usaha konvensional di Bali sekarang sangat memerlukan pengembangan teknologi dengan teknologi digital otomatisasi, agar proses pelapisan logam dapat dikendalikan lebih mudah secara simultan tanpa terkendala oleh jarak.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana rancang bangun sistem elektroplating otomatis berbasis teknologi android?

Beberapa batasan yang ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Proses pelapisan pada temperatur konstan.
2. PH larutan elektrolit dianggap konstan.
3. Tegangan 9 V konstan.
4. Sistem android menggunakan kontrol arduino.
5. Jarak elektroda 2cm.
6. Jarak antara *workshop* dengan posisi peneliti bebas asalkan ada sinyal yang bagus.

2. Dasar Teori

Elektroplating merupakan logam digunakan sebagai pelapis, yang disertai dengan penggunaan arus listrik dan senyawa kimia tertentu guna memindahkan partikel logam pelapis ke material yang hendak dilapisi. Ada beberapa penelitian mengenai Elektroplating yang dilakukan oleh mengemukakan bahwa hasil dari penelitian menunjukkan rata-rata kekuatan tarik dan kekerasan aluminium mengalami peningkatan setelah mendapatkan perlakuan elektroplating. Android merupakan perangkat bergerak pada sistem operasi untuk telepon seluler yang berbasis *Linux*. Android merupakan perangkat bergerak pada sistem operasi untuk telepon seluler yang berbasis *Linux* [6]. *Linux* sendiri merupakan sistem operasi yang memang khusus dirancang untuk komputer.

Hukum Faraday yang dicetuskan oleh Michael Faraday pada tahun 1833. Terdapat dua hukum yang dicetuskan terkait dengan hubungan kelistrikan dengan ilmu kimia. Dua hukum tersebut adalah hukum I yang menyatakan bahwa setiap jumlah elemen atau grup elemen yang dibebaskan pada kedua anoda dan katoda selama elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah aliran listrik dalam larutan. Hukum II menyatakan bahwa jumlah arus listrik sebanding dengan jumlah ion yang dibebaskan dengan memberi sejumlah arus listrik.

Persamaan Faraday [7].

$$w = \frac{I \times t \times A}{z \times F} \quad (1)$$

dimana:

- w = berat lapisan (gram).
- I = arus DC (ampere).
- t = waktu pelapisan (detik).
- A = berat atom dari logam yang akan dilapiskan (gram/mol)
- z = valensi dari logam yang akan dilapiskan.

F = bilangan Faraday sebesar 96500 coulomb.

Jumlah ion pada logam yang tersimpan secara langsung sesuai dengan jumlah aliran dan durasi merupakan hukum Faraday. Berbeda dengan hukum Faraday, Hukum Ohm menyatakan bahwa aliran arus sebanding dengan tegangan DC dan terbanding terbalik dengan ketahanan sistem. Plating massa merupakan proses pelapisan menggunakan listrik dengan ukuran besar atau kecil. Plating massa dilakukan dengan peralatan khusus yang ditentukan oleh ukuran maupun geometri komponen yang dilapisi dan proses yang digunakan.

Tembaga atau *copper* adalah salah satu unsur logam berbentuk Kristal dengan warna kemerahan dengan nama kimia *cuprum* di lambangkan dengan Cu [8] Tembaga merupakan logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Tembaga di alam banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral [9]. Tembaga secara alami terdapat didalam lapisan kulit bumi dalam berbagai bentuk seperti sulfida (*chalcopyrite*, *bornite*, *chalcosite*, *covellite*), dalam bentuk karbonat (*azurite* dan *malachite*), dalam bentuk silikat (*chrysocolla* dan *diopside*) dan juga sebagai tembaga murni.

Jenis logam yang banyak digunakan pada industri adalah Nikel. Nikel banyak digunakan terutama pada industri kimia, dan pelapisan logam, karena sifatnya yang tahan korosi dan lunak. Berwarna putih keperak-perakan, berkilat halus, sehingga bisa dipoles dan sebagai lapis lindung akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilap.

Revolusi industri 4.0 adalah bentuk perubahan *fundamental* di bidang industri. Revolusi 4.0 merupakan kata lain dari perkembangan industri yang telah memasuki gelombang empat. Industri 4.0 ditandai dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih dan adanya kemudahan dan kecepatan berbagai aktivitas pada sektor industri. Revolusi industri 4.0 menciptakan keefektifan dan keefisien penggunaan teknologi dalam berbagai aktivitas industri.

Android merupakan salah satu sistem operasi khusus yang dirancang untuk smartphone dan tablet. Sistem android mempunyai basis *Linux* yang dijadikan pondasi dari sistem operasi *android*. *Linux* sendiri merupakan sistem operasi yang memang khusus dirancang untuk komputer [10].

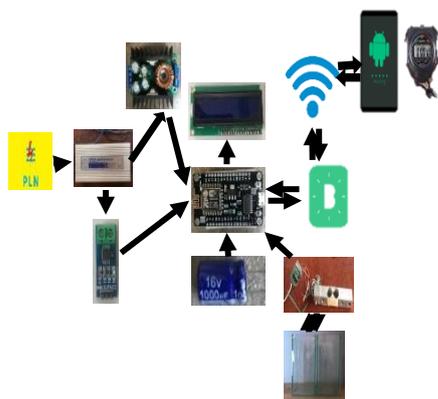
Sensor digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik [11]. Untuk mengukur arus yang melewati sensor ini digunakan rumus tegangan pada *pin out* = $2,5 \pm (0,185 \times I)$ Volt, dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan *Ampere*. Sensor Arus ACS 712 dapat digunakan sebagai sensor untuk membaca aliran arus listrik maupun sebagai proteksi dari beban berlebih. Sensor ini biasanya digunakan pada *project* yang berbasis *mikrokontroler* seperti *Arduino* dan AVR.

Pengujian berat hasil lapisan atau berat total diukur dengan sensor berat dan hasilnya dilansir secara *realtime*, dalam bentuk grafik terekam dalam sistem android dan jika ingin diketahui berat lapisan saja maka berat total dikurangi berat awal (Dalam Satuan Gram).

3. Metode Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop (untuk mengolah data)
2. *Smartphone android* (kontrol sistem pada *prototype* alat)
3. *Hotspot Wifi*
4. Node MCU 8266
5. *Load Cell* Sensor
6. *Power Supply* 12 V 30 A
7. *Kapasitor* 16 V
8. *Volimeter*
9. *Stepdown*
10. *Pressbutton*
11. Caput Buaya
12. Katoda
13. Anoda
14. Larutan (asam sulfat, tembaga sulfat, asam klorida)
15. Tembaga
16. Nikel
17. Bak Plating, Bak Pembilas
18. Gelas Ukur
19. *Timer*
20. Amplas
21. Jangka Sorong
22. Autosol
23. Aquades



Gambar 1. Proses Elektrolating Otomatis Berbasis Teknologi Andorid

Adapun prosedur rancang bangun yang dilakukan sebagai berikut:

1. Perhitungan kapasitas bak plating.
2. Perakitan komponen elektroplating.
3. Penyetelan kuat arus, tegangan dan waktu.
4. Pemasangan sensor dan pemrograman android.

5. Melakukan setting koneksi antaran *smartphone android* dan sistem elektroplating dengan jaringan *wifi*.

Adapun prosedur pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Melakukan kalibrasi untuk mengukur arus dan berat pada sistem elektroplating.
2. Persiapan spesimen yang akan dipakai sebagai katoda.
3. Persiapan bahan yang digunakan sebagai Anoda.
4. Melakukan *setting* tegangan, arus dan waktu pada sistem elektroplating dengan *smartphone android*.
5. Melakukan pengujian elektroplating dengan sistem kontrol.
6. Mencatat dan mengolah hasil yang didapat sehingga didapatkan kesimpulan.
7. Validasi hasil, membandingkan hasil, dan berat akhir dengan timbangan analitik agar hasilnya lebih valid.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Sensor Pada Alat

Hasil pengujian sensor pada alat menunjukkan bahwa hasil pengujian sensor pada alat sudah berfungsi dengan baik dan statusnya *OK*.

Hasil pengujian *connection to wifi* yaitu untuk menyatakan status konektifitas Node MCU melalui internet, Node MCU akan melaporkan secara *real time* segala aktifitas yang terjadi pada sistem elektroplating ke *smartphone android* melalui server *blynk*.

Sensor arus (ACS712) yang akan dipasangkan di Node MCU yang akan digunakan untuk membaca aliran arus listrik maupun sebagai proteksi dari beban berlebih. Pada saat proses elektroplating, sensor arus ini menunjukkan angka aliran arus dan otomatis akan tercatat melalui *Microsoft Excel*.

Sensor *Load Cell* dipasangkan pada material yang akan di plating (katoda) untuk mengetahui berat awal dari nikel. Cara kerjanya yaitu ketikan sensor *load cell* diberi beban akan mendeteksi berat awal spesimen kerja (nikel) dan berat awal dari spesimen kerja yang belum di *plating* adalah 4,02 gram.

4.3 Kalibrasi Load Cell

Kalibrasi *load cell* bertujuan untuk mengatur dan mengecek keakuratan alat ukur dengan cara membandingkannya dengan tolak ukur yang standar. *Load Cell* yang diberi beban terbaca beratnya 4,02 gram dan timbangan digital diberi beban yang sama terbaca beratnya 4,02 gram, jadi untuk kalibrasi *load cell* dan timbangan *digital* sama-sama memberikan hasil yang sama sesuai dengan standarnya.

4.4 Kalibrasi Arus

Kalibrasi Arus ini bertujuan untuk mengatur dan mengecek keakuratan alat ukur dengan cara membandingkannya dengan tolak ukur yang standar. Sensor arus yang pada saat proses elektroplating di multimeter terbaca 1,74 amper dan di sensor arus

juga terbaca 1,74 amper, jadi untuk kalibrasi arus ini sama-sama memberikan hasil yang sama sesuai dengan standarnya.

4.5 Pengambilan Data Tanpa Sistem Kontrol (Spesimen I)

Pengambilan data tanpa menggunakan sistem kontrol sebelum dielektroplating menggunakan anoda yaitu tembaga dan katoda yaitu nikel sebagai spesimen I yang akan dilapisi memiliki berat awal spesimen yaitu 2,70gram, dengan waktu elektroplating yang digunakan selama 30 menit, jarak elektroda 2cm dengan arus 1,65 amper dan tegangan 9,49 volt sedangkan yang setelah di elektroplating saat ditimbang beserta keraknya mendapatkan hasil 4,08 gram dan tanpa kerak mendapatkan hasil 2,89 gram.



Gambar 2. Hasil Berat Spesimen I Setelah Di Elektroplating Tanpa Kerak

Pengambilan data tanpa menggunakan sistem kontrol sebelum dielektroplating menggunakan anoda yaitu tembaga dan katoda yaitu nikel sebagai spesimen II yang akan dilapisi memiliki berat awal spesimen yaitu 3,23 gram, dengan waktu elektroplating yang digunakan selama 30 menit, jarak elektroda 2cm dengan arus 1,58 amper dan tegangan 9,94 volt sedangkan yang setelah di elektroplating saat ditimbang beserta keraknya mendapatkan hasil 4,82 gram dan tanpa kerak mendapatkan hasil 3,26 gram.



Gambar 3. Hasil Berat Spesimen II Setelah Di Elektroplating Tanpa Kerak.

4.6 Pengambilan Data Dengan Sistem Kontrol (Spesimen I)

Pengambilan data dengan sistem kontrol sebelum dielektroplating menggunakan anoda yaitu tembaga dan katoda yaitu nikel sebagai spesimen I yang akan dilapisi memiliki berat awal spesimen yaitu 2,70gram, dengan waktu elektroplating yang digunakan selama 30 menit, jarak elektroda 2cm dengan arus 1,68 amper dan tegangan 9,43 volt

sedangkan yang setelah di elektroplating saat ditimbang beserta keraknya mendapatkan hasil 4,16gram dan tanpa kerak mendapatkan hasil 2,94gram.



Gambar 4. Hasil Berat Spesimen I Setelah Di Elektroplating Tanpa Kerak.

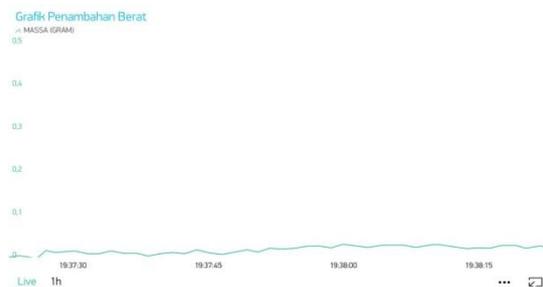
Grafik Penambahan Berat



Gambar 5. Penambahan Berat Spesimen I Terpantau Dari Smartphone Android.



Gambar 6. Hasil Berat Spesimen II Setelah Di Elektroplating Tanpa Kerak.



Gambar 7. Penambahan Berat Spesimen II Terpantau Dari Smartphone Android.

Pengambilan data dengan sistem kontrol sebelum dielektroplating menggunakan anoda yaitu tembaga dan katoda yaitu nikel sebagai spesimen II yang akan dilapisi memiliki berat awal spesimen yaitu 3,25 gram, dengan waktu elektroplating yang digunakan selama 30 menit, jarak elektroda 2cm dengan arus 1,62 amper dan tegangan 9,64 volt sedangkan yang setelah di elektroplating saat

ditimbang beserta keraknya mendapatkan hasil 4,87 gram dan tanpa kerak mendapatkan hasil 3,50 gram.

4.7 Validasi

Untuk mendapatkan hasil spesimen yang sesuai setelah di elektroplating maka dilakukannya validasi, agar setelah proses elektroplating spesimen akan di timbang beratnya menggunakan timbangan *digital* setelah itu ditimbang menggunakan timbangan analitik di Lab Analitik Universitas Udayana yang dimana hasil dari timbangan analitik hampir mendekati atau hampir sama dengan hasil dari timbangan *digital* tersebut.

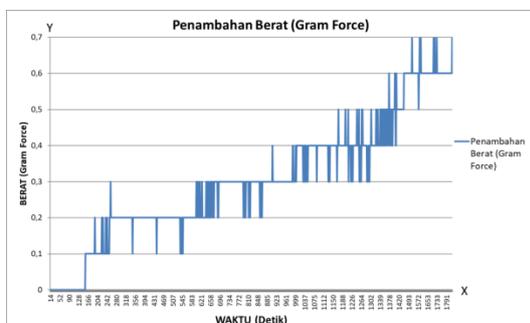
Pada timbangan analitik spesimen I tanpa kontrol yang di timbang pada Lab Analitik Universitas Udayana menunjukkan hasil 2.8861g hasil ini mendekati dari hasil timbangan *digital* yaitu 2,89g, sedangkan spesimen II tanpa kontrol pada timbangan analitik menunjukkan hasil 3,3009g hasil ini mendekati dari hasil timbangan *digital* yaitu 3,26g.

Hasil timbangan analitik dengan sistem kontrol spesimen I menunjukkan hasil 2,9444g hasil ini sama dengan dengan hasil timbangan *digital* yaitu 2,94g, sedangkan hasil spesimen II dengan kontrol menunjukkan hasil 3,4238g hasil ini mendekati hasil dari timbangan *digital* yaitu 3,50g.

4.8 Pengambilan Data Pada Saat Proses Elektroplating Dengan Sistem Kontrol

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui penambahan berat yang terjadi pada saat proses elektroplating menggunakan sistem kontrol sehingga dapat melihat data-data setiap yang detik tercatat dan dikirimkan ke *Microsoft Excel* secara otomatis. Pengambilan data dilakukan selama dua hari kerja dengan melakukan dua kali pengujian menggunakan sistem kontrol yaitu pada hari rabu mulai dari pukul 23:30 sampai 00:00 dan pada hari kamis mulai dari pukul 19:30 sampai 20:11. Data pada saat proses elektroplating dibagi menjadi dua data karena dilakukan dua kali pengujian yang pertama ada data spesimen I dan data spesimen II.

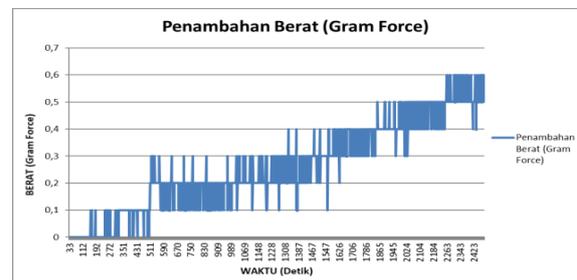
berat dari waktu ke waktu pada saat proses elektroplating tersebut.



Gambar 8. Grafik Penambahan Berat Spesimen I.

Pada gambar 8 terlihat data grafik penambahan berat yang mengalami kenaikan secara perlahan mulai dari nol (0) sampai 0,7 dari detik 156 sampai 1.826 detik yang secara otomatis tercatat di *Microsoft*

Excel dan menunjukkan data yang tercatat mengalami kenaikan dan penurunan karena adanya faktor *external* yang di sebabkan oleh angin dan tekanan balik dari elektrolit.

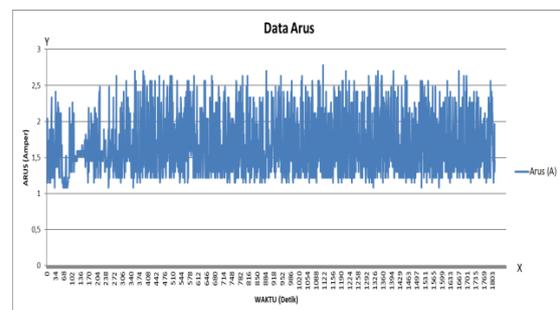


Gambar 9. Grafik Penambahan Berat Spesimen II.

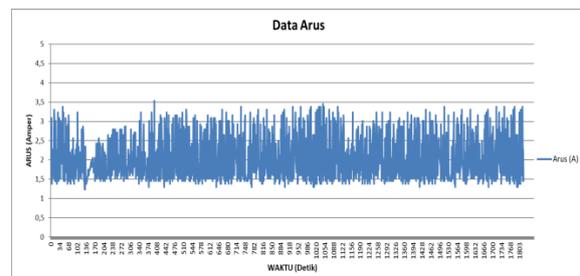
Pada gambar 9 terlihat data grafik penambahan berat yang mengalami kenaikan secara perlahan mulai dari nol (0) sampai 0,6 dari detik 160 sampai 2.485 detik yang secara otomatis tercatat di *Microsoft Excel* dan menunjukkan data yang tercatat mengalami kenaikan dan penurunan karena adanya faktor *external* yang di sebabkan oleh angin dan tekanan balik dari elektrolit.

4.9 Pengambilan Data Arus Pada Saat Proses Elektroplating Dengan Sistem Kontrol

Pada data arus saat proses elektroplating ini selain data penambahan berat yang tercatat di *Microsoft Excel*, data arus juga tercatat di *Microsoft Excel* untuk mengetahui bagaimana arus yang terjadi pada saat proses elektroplating dengan kontrol. Data arus pada saat proses elektroplating dibagi menjadi dua data arus karena dilakukan 2 kali pengujian yang pertama ada data spesimen I dan data spesimen II.



Gambar 10. Grafik Data Arus Spesimen I.



Grafik 11. Grafik Data Arus Spesimen II.

Pada gambar 10 data arus yang tercatat di *Microsoft Excel* menunjukkan data yang tercatat mengalami kenaikan dan penurunan karena adanya

faktor *external* yang di sebabkan oleh angin dan tekanan balik dari elektrolit.

Pada grafik 11 data arus yang tercatat di *Microsoft Excel* menunjukkan data yang tercatat mengalami kenaikan dan penurunan karena adanya faktor *external* yang di sebabkan oleh angin dan tekanan balik dari elektrolit.

5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem kontrol pada saat proses elektroplating mampu terkoneksi ke laptop dan *smartphone android* dengan menggunakan *internet* yang tersambung dari Node MCU dan *load cell* yang pada saat proses elektroplating terjadi penambahan berat yang secara otomatis tercatat dan dikirimkan ke *Microsoft Excel* sebagai tanda bukti bahwa penambahan berat tersebut terkoneksi langsung ke *internet*. Sebelum proses elektroplating alat-alat semua sudah terkalibrasi terlebih dahulu agar hasil yang di dapatkan sama dengan hasil dengan standarnya.

Daftar Pustaka

- [1] Riyanto, P., 2013, *Elektrokimia dan aplikasinya (ke-1)*, Graha Ilmu.
- [2] Sugara, I. R., 2016, *Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Aluminium Setelah Di Elektroplating Dengan Variasi Pelapisan Al-Zn-Ni Dan AL-ZN-Cu-Ni*, 42.
- [3] Basmal, Seno, B., & Nugroho, S., 2012, *Pengaruh Suhu Dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan Dan Kekerasan*, 14.
- [4] Kusumawardhani, A., Nurdin, S., & Sari, M. S. A., 2017, *Teknologi Smartphone Android Dan Aplikasinya Sebagai Pengendali Pintu Air Daerah Aliran Sungai (DAS)*, Engineering and Sains, 1(2), 89–94.
- [5] Santoso, B., & Kholis, N., 2018, *Rancang Bangun Mesin Otomatis Adonan Roti Berbasis Arduino Uno Dan Android*, Teknik Elektro, 7.
- [6] Arifianto, T., 2011, *Membuat Interface Aplikasi Android Lebih Keren dengan LWUIT*, Yogyakarta: Andi Publisher, In *Perpustakaan STIKOM Bali* (1st ed.)
- [7] Soleh Wahyudi., 2006, *Buku Saku Elektroplating*, (2nd ed.). CV. GAMA TEHNIK.
- [8] Riadi, M., 2020, *Temabaga (Definisi, Karakteristik, Sifat, Penggunaan dan Dampak Keracunan Limbah)*. Kajian Pustaka. <https://www.kajianpustaka.com/2020/09/temba>

ga.html?m=1

- [9] Palar, H., (2004, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta.
- [10] Riyadi, H., 2017, *Pengertian Android Beserta Sejarah, Kelebihan dan Kekurangannya*, Nasabamedia, <https://www.nesabamedia.com/pengertian-android-beserta-kelebihan-dan-kekurangannya/>
- [11] Kho, D., 2020, *Pengertian Sensor Dan Jenis-Jenis Sensor*, Teknik Elektronika. <https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-jenis-jenis-sensor/>



I Kadek Ricky Adriyasa menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2016 sampai 2021. Menyelesaikan studi program sarjana dengan topik penelitian Rancang Bangun Sistem Elektroplating Otomatis Berbasis Teknologi Android.