

Rancang Bangun Sistem Pengecekan Peralatan Laboratorium Menggunakan RFID

Dian Ariyanto

Laboratorium Elektronika, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email : 125202501@uii.ac.id

Abstrak

Peralatan laboratorium digunakan untuk pengujian kalibrasi dan/atau proses praktikum harus melalui proses pengecekan agar peralatan tersebut memenuhi spesifikasi standar dan dapat digunakan tanpa adanya permasalahan. Proses pengecekan peralatan mengharuskan adanya proses dokumentasi proses pengecekan peralatan laboratorium. Proses dokumentasi pengecekan peralatan kadang masih menggunakan formulir kertas dan diisi secara manual. Proses penggunaan formulir kertas mempunyai beberapa kekurangan sehingga diperlukan sistem pengecekan peralatan laboratorium dalam bentuk dokumen digital dan mudah digunakan. Pembuatan Rancang bangun sistem pengecekan peralatan laboratorium melalui empat tahapan yaitu studi literatur, perancangan alat, pembuatan alat dan realisasi alat. Sistem pengecekan ini terdiri dari tiga bagian yaitu RFID tag yang berada pada peralatan laboratorium, RFID reader untuk pembacaan RFID tag dan google sheets untuk menyimpan data hasil pembacaan RFID reader serta mencatat proses pengecekan alat. Dari hasil penelitian ini diperoleh jarak minimum pembacaan RFID reader terhadap RFID tag adalah 3 cm dan RFID reader mampu membaca data yang terdapat pada RFID tag yang diletakkan pada peralatan laboratorium serta mengirimnya ke Google sheets.

Kata kunci: Peralatan laboratorium, RFID, google sheets, IoT

Abstract

Laboratory equipment used for calibration testing and/or practicum processes must go through a checking process so that the equipment meets standard specifications and can be used without any problems. The process of checking the equipment requires a process of documenting the process of checking laboratory equipment. The documentation process for checking equipment sometimes still uses paper forms and is filled in manually. The process of using paper forms has several drawbacks, so a laboratory equipment checking system is needed in the form of digital documents and is easy to use. Making the design of a laboratory equipment checking system through four stages, namely literature study, tool design, tool manufacture and tool realization. This checking system consists of three parts, namely RFID tags on laboratory equipment, RFID readers for reading RFID tags and Google sheets for storing data from RFID reader readings and recording the process of checking the device. From the results of this study, the minimum reading distance of the RFID reader to the RFID tag is 3 cm and the RFID reader is able to read the data contained in the RFID tag placed on laboratory equipment and send it to Google sheets.

Keywords: Laboratory equipment, RFID, google sheets, IoT

I. Pendahuluan

Laboratorium merupakan salah sarana dan prasarana penunjang pada sebuah Lembaga Pendidikan berupa ruangan tertutup atau terbuka yang dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi dan/atau produksi dalam sistem terbatas [1-3]. Proses pengelolaan laboratorium agar dapat berjalan dengan baik dan sesuai harapan diperlukan adanya perangkat-perangkat manajemen laboratorium yang menjaga keberlangsungan fungsi dari laboratorium. Perangkat-perangkat tersebut adalah sarana dan prasarana, peralatan laboratorium, bahan, organisasi, sumber daya manusia, peraturan laboratorium, keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dan administrasi laboratorium. [4] Salah satu komponen penting dari laboratorium adalah peralatan laboratorium, peralatan laboratorium merupakan mesin perkakas, perlengkapan dan alat kerja lain yang digunakan untuk pengujian, kalibrasi dan/atau produksi dalam skala terbatas. [5]

Peralatan yang digunakan untuk pengujian kalibrasi dan/atau proses praktikum harus tentunya harus melalui proses pengecekan agar peralatan tersebut memenuhi spesifikasi standar yang ditentukan ataupun dapat digunakan tanpa adanya permasalahan. [6] Proses pengecekan peralatan laboratorium biasanya dilakukan secara berkala dan terjadwal sesuai dengan standard operasional prosedur dari tiap-tiap laboratorium. Pengecekan peralatan laboratorium meliputi beberapa hal diantaranya lain pembersihan peralatan, pengecekan fungsi alat, perbaikan alat, dan penyimpanan alat. Proses pengecekan peralatan laboratorium harus dicatat agar kita tahu riwayat alat serta digunakan untuk keperluan administrasi laboratorium. Proses pencatatan pengecekan peralatan di laboratorium biasanya masih menggunakan formulir kertas dan diisi secara manual meliputi nama alat, spesifikasi alat, parameter yang dicek, frekuensi pengecekan dan keterangan.

Proses pencatatan pengecekan peralatan menggunakan formulir kertas memiliki kelemahan. Salah satu contoh kelemahan menggunakan formulir kertas adalah penyimpanan yang memakan waktu, rawan kerusakan, efisiensi saat pengiriman data, memakan waktu dan masalah pemborosan kertas.[7-8] Sehingga dari kelemahan pencatatan pengecekan peralatan dengan menggunakan formulir kertas dan dicatat secara manual maka diperlukan suatu sistem yang mampu membantu agar proses pencatatan pengecekan peralatan laboratorium dapat dilakukan secara mudah dan pencatatan pengecekan peralatan dapat disimpan dalam bentuk dokumen digital.

Proses pencatatan pengecekan peralatan dalam bentuk dokumen digital akan membantu dan mempermudah pranata laboratorium pendidikan dalam menjalankan tugas pengelolaan manajemen laboratorium sehingga penulis bermaksud melakukan penelitian mengenai rancang bangun sistem pengecekan peralatan laboratorium menggunakan RFID. Sistem ini nantinya akan menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) yang diisikan data mengenai ID alat, nama alat, merk alat, tipe alat dan lokasi alat.

RFID tag yang berisikan informasi alat akan diletakkan pada peralatan laboratorium yang nantinya akan di baca menggunakan RFID *reader* yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266. Data yang terbaca oleh RFID *reader* dan NodeMCU ESP 8266 akan dikirim melalui Wifi menuju server Google sheets untuk disimpan. Data yang tersimpan pada google sheets inilah yang nantinya akan isi oleh laboran pada saat pengecekan peralatan laboratorium yang meliputi proses pembersihan alat, kondisi alat dan fungsi kerja alat. Sehingga diharapkan penelitian ini mampu membantu proses pengecekan peralatan dan memudahkan dalam mendokumentasikan proses pengecekan peralatan di laboratorium.

II. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Elektronika , program studi Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah NodeMCU ESP8266, RFID tag, RFID *reader* RC 522, LCD 16x2, Modul Charger baterai 18650 dan tiga buah baterai 18650.

Metode penelitian yang digunakan untuk penelitian rancang bangun sistem pengecekan peralatan laboratorium menggunakan RFID memiliki beberapa tahapan yaitu:



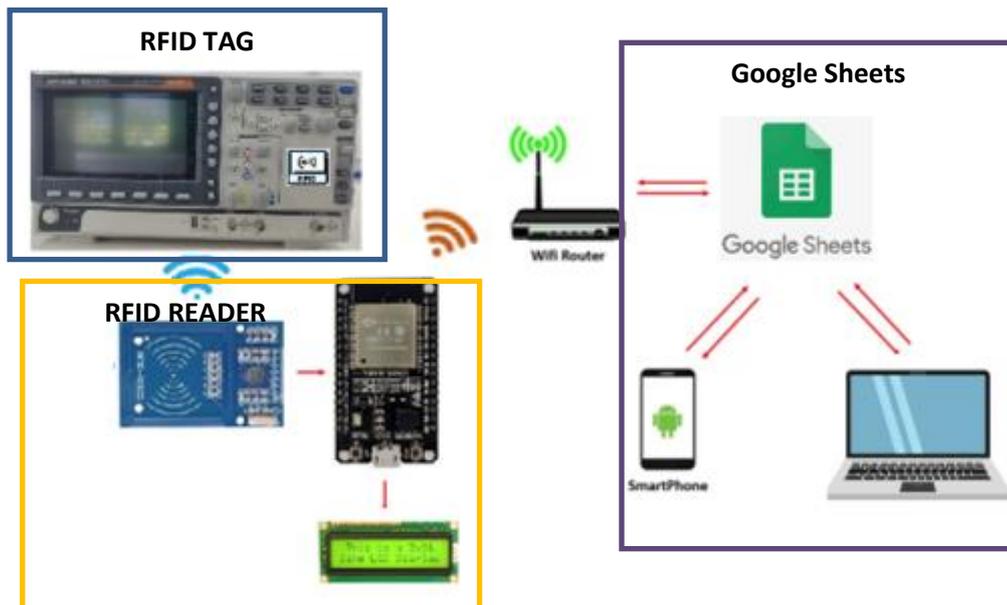
Gambar 1. Tahapan Penelitian

A. Studi literature

Hal pertama dalam proses penelitian rancang bangun pengecekan peralatan laboratorium menggunakan RFID adalah studi literature. Literatur yang dipelajari adalah bagaimana melakukan proses penulisan pada RFID tag, cara pembacaan RFID tag menggunakan RFID *reader* melalui NodeMCU ESP 8266, tahapan-tahapan pengecekan alat serta bagaimana menampilkan hasil pembacaan RFID *reader* pada google sheets. Tahapan-tahapan ini perlu dipersiapkan agar sistem pengecekan peralatan menggunakan RFID dapat bekerja dengan baik.

B. Perancangan Alat

Tahapan berikutnya dari penelitian ini adalah perancangan alat, rancang bangun pengecekan peralatan menggunakan RFID terdiri dari tiga bagian yaitu RFID tag, RFID *reader* dan Google sheet.

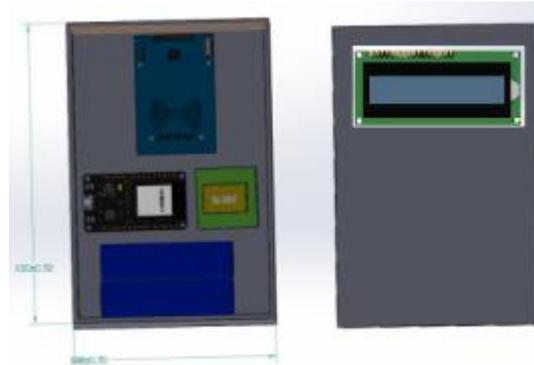


Gambar 2. Rancangan sistem pengecekan peralatan menggunakan RFID

Bagian pertama adalah RFID tag yang mana nantinya akan di letakan pada peralatan laboratorium yang sebelum RFID tag telah diisikan dengan informasi mengenai peralatan laboratorium. Informasi yang akan dimasukan pada RFID tag berupa informasi mengenai alat yaitu ID alat, nama alat, merk alat, tipe alat dan letak alat di laboratorium.

RFID tag yang terpasangan pada peralatan laboratorium nantinya akan dibaca menggunakan RFID reader. RFID reader terdiri dari modul RC 522 yang terhubung dengan NodeMCU ESP 8266 serta terdapat LCD 16x2. Pembacaan RFID tag oleh RFID reader menggunakan gelombang elektromagnetik pada frekuensi 13.56MHz. Data informasi berupa id alat, nama alat, merk alat, tipe alat dan lokasi alat nantinya kan di kirim melalui koneksi Wi-Fi menuju server google sheets dan data akan terekam pada google sheets. Pada NodeMCU esp 8266 juga terdapat LCD 16x2 yang akan menampilkan status alat baik itu koneksi dengan wi-fi koneksi dengan google dan status pengiriman data pembacaan RFIG tag berhasil atau tidak.

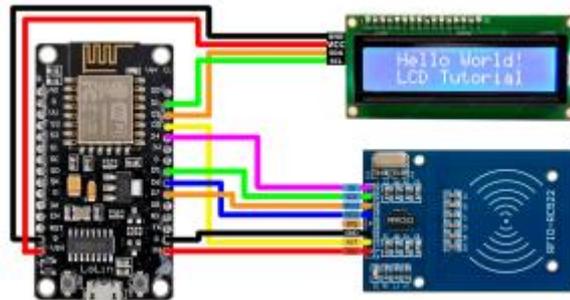
Data yang dikirim ke google sheets inilah yang akan diguna akan sebagai sarana pencatatan pengecekan alat berupa data pengecekan kebersihan alat, fungsi alat serta catatan saat proses pengecekan peralatan sedang berlangsung. Agar sistem pengecekan peralatan menggunakan RFID ini aman dan dapat digunakan secara portable maka digunakan kotak plastic dengan ukuran 8x12x5 cm seperti pada gambar 3. Sumber daya yang digunakan adalah baterai 18650 berjumlah 3 dilengkapi modul charger dengan output tegangan 5 Volt DC.



Gambar 3. Rencana desain awal sistem

C. Pembuatan Alat

Radio Frequency Identification atau sering disingkat dengan RFID adalah sebuah teknologi yang digunakan untuk melakukan identifikasi dan pengambilan data dengan menggunakan magnetic card. RFID terdiri dari dua bagian yaitu RFID tag dan RFID reader. RFID tag memiliki beberapa bentuk antara lain kartu , stiker, metal tag, *wristband* (gelang), dan tabung kaca RFID. Salah satu modul RFID reader adalah modul RC 522, modul RC 522 merupakan salah satu modul RFID menggunakan chipset MFRC522 dari NXP. Modul RC 522 merupakan modul RFID yang bekerja pada frekuensi 13.56MHz untuk pembacaan RFID Tag. Komunikasi modul RC 522 dengan pengangkat mikrokontroler melalui SPI 4 pin dengan kecepatan data maksimum 10 Mbps dan juga mendukung komunikasi melalui protocol I2C dan UART.



Gambar 4. Scematik Modul RC 522 dengan Node MCU ESP 8266

Modul RC 522 selain dapat membaca RFID tag juga dapat digunakan untuk menuliskan data pada memory RFID Tag. RFID tag memiliki memory data sebesar 1kB EEPROM yang dibagi menjadi 4 block dan masing masing block terdiri dari 16 sector yang mana makimum data yang dapat disimpan dalam 1 block adalah 16 byte. Sehingga terdapat 64 block data pada RFID tag namun hanya terdapat 47 block data yang mampu di tulis ulang untuk diisikan informasi yang diinginkan. Pada sistem ini blok data yang akan digunakan adalah block 4, block5, block6, block8 dan block9.

Tabel 1. Alokasi penggunaan memory RFID

Block RFID Tag	Menyimpan Data
Block4	Id Alat
Block5	Nama Alat
Block6	Merk Alat
Block8	Tipe Alat
Block9	Letak alat

Penulisan data pada masing-masing block menggunakan modul RC 522 yang terhubung dengan NodeMCU 8266 dan menggunakan Arduino IDE. Dikarenakan pada 1 block data yang tersimpan maksimal 16 byte sehingga karakter data yang mampu di simpan oleh satu block adalah 16 karakter baik itu angka atau huruf.



Gambar 5. Proses penulisan data memory RFID tag

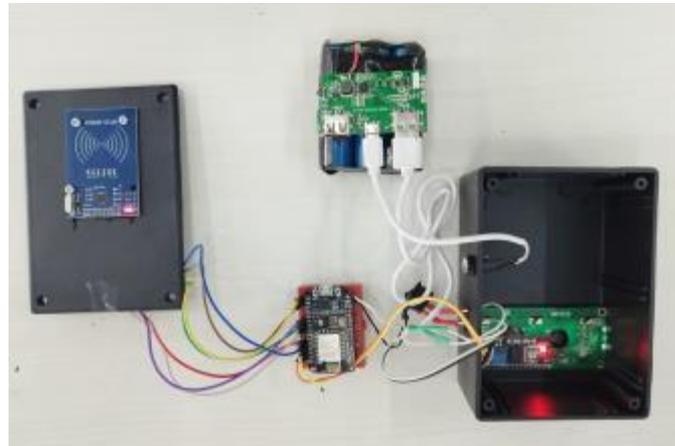
Setelah Informasi mengenai alat disimpan pada RFID tag maka RFID tag dipasangkan pada peralatan laboratorium. Agar RFID tag tidak lepas atau hilang maka RFID tag dilapisi dengan stiker. Sebagai sampel peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah oscilloscope, multimeter dan AFG.



Gambar 6. Pemasangan RFID Tag pada peralatan laboratorium

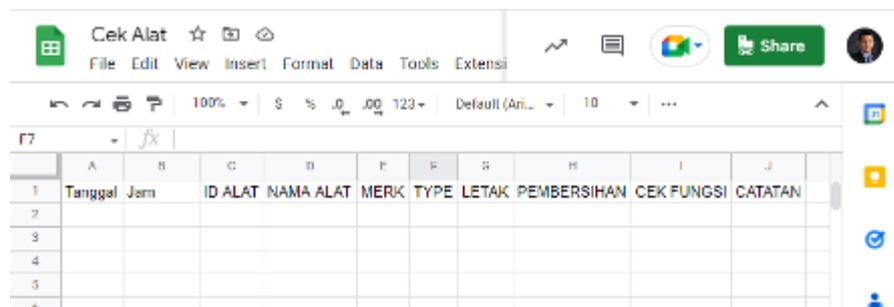
Setelah RFID Tag selesai isikan dengan data peralatan laboratorium dan terpasang pada peralatan laboratorium maka kita membuat RFID reader yang

akan digunakan untuk membaca informasi dari RFID tag. Rangkaian yang kita gunakan sama dengan yang ada pada gambar 4 yang terdiri dari ModeMCU esp 8266 dan modul RFID RC 522 akan tetapi RFID *reader* yang akan kita gunakan untuk membaca RFID tag dilengkapi dengan modul baterai dan kotak sehingga RFID *reader* dapat digunakan secara portable.



Gambar 7. Perakitan sistem RFID Reader

Tahapan selanjutnya adalah menghubungkan NodeMCU ESP 8266 dengan Google sheets. Langkah pertama adalah membuat *blank file* google sheets kemudian membuat pada baris pertama kita membuat kolom untuk tanggal , jam, id alat, nama alat , Merk, tipe alat , letak Pembersihan, cek fungsi dan catatan.



Gambar 8. Google sheets pembacaan RFID Tag

Agar saat RFID *reader* melakukan pembacaan RFID tag yang terdapat pada peralatan laboratorium maka kira perlu menambahkan Apps Script pada google sheets sehingga pada saat RFID tag dibaca oleh RFID *reader* maka data yang terdapat pada RFID tag akan langsung terkirim ke Google sheets.

```

1 // Enter spreadsheet ID here
2 var SS = SpreadsheetApp.openById('1g1a_nM-vkU18R1a1p700a0qef10M0aLzU1W0');
3 var timeZone = "Asia/Jakarta";
4 var hours = 0;
5 var str = "";
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
    
```

Gambar 9. Pemrograman Apps Script google sheets

D. Realisasi Alat

Realisasi Alat dilakukan di laborartorium elektronika digunakan untuk mendokumentasikan proses pengecekan peralatan laboratorium pada semester genap tahun ajaran 2022/2023. Terdapat 15 Oscilloscope, 6 Audio Frekuensi Generator (AFG) dan 10 Multimeter yang digunakan sebagai realissasi alat.



Gambar 10. Realisasi Sistem pengecekan peralatan menggunakan RFID

III. Hasil dan Pembahasan

Agar alat saat digunakan untuk pembacaan RFID tag yang berada pada peralatan laboratorium berjalan dengan baik maka dilakukan ujicoba pengujian jarak baca RFID reader terhadap RFID tag. Proses pengujian jarak pembacaan alat

menggunakan RFID tag yang dipasang pada suatu media kemudian RFID *reader* diatur dengan jarak tertentu dibantu dengan pengaris untuk menentukan jarak RFID reader terhadap RFID tag, kemudian RFID *reader* dinyalakan. Dari hasil pengujian ini diperoleh hasil pada table 2.



Gambar11. Proses pengujian jarak baca RFID *reader* terhadap RFID tag

Tabel 2. hasil Pengujian jarak baca alat terhadap RFID tag

Jarak	Pembacaan RFID
4.0 cm	Data tidak terbaca
3.8 cm	Data tidak terbaca
3.6 cm	Data tidak terbaca
3.4 cm	Data tidak terbaca
3.2 cm	Data tidak terbaca
3.0 cm	Data terbaca
2.8 cm	Data terbaca
2.6 cm	Data terbaca
2.4 cm	Data terbaca
2.2 cm	Data terbaca

Dari tabel 2 diperoleh jarak pembacaan RFID *reader* terhadap RFID tag agar data dalam RFID tag terbaca adalah minimal pada jarak 3 cm. jika RFID *reader* diposisikan lebih dari 3cm maka data yang terdapat pada RFID tag tidak dapat terbaca oleh RFID *reader* dan tidak akan terkirim ke google sheets.

Setelah diperoleh jarak efektif penggunaan RFID *reader* maka dilakukan ujicoba penggunaan alat pengecekan peralatan laboratorium menggunakan RFID untuk membantu dokumentasi dan pencatatan pengecekan peralatan laboratorium. Ujicoba alat digunakan unutup mendokumentasikan pengecekan 5 unit oscilloscope 10 unit Multimeter dan 10 unit AFG. Diperoleh hasil semua RFID tag yang terpasang pada 15 unit oscilloscope 10 unikt multimeter dan 10 unit AFG dapat dibaca dengan benar dan semua data informasi mengenai ID alat, nama alat Merk alat, tipe alat dan lokasi alat dapat terkirim ke google sheets.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Tanggal	ID ALAT	NAMA ALAT	MERK	TYPE	LETAK	PEMBERSIHAN	CEK FUNGSI	CATATAN		
1	2/16/2023	15.16.43	19.ELKA.CRO.01	Oscilloscope	GW INSTEK	GDS-1072B	Lamar1	terlaksana	Normal	tidak ada	
2	2/13/2023	19.09.56	22.ELKA.Mult1	Multimeter	Heles	XY360TRD	Lamar1	terlaksana	Normal	tidak ada	
3	2/13/2023	19.09.35	22.ELKA.Mult2	Multimeter	Heles	XY360TRD	Lamar1	terlaksana	Perlu Perbaikan	tataca' lemah	
4	2/13/2023	19.09.22	19.ELKA.CRO.01	Oscilloscope	GW INSTEK	GDS-1072B	Lamar1	terlaksana	Normal	tidak ada	
5	2/13/2023	19.07.66	19.ELKA.CRO.02	Oscilloscope	GW INSTEK	GDS-1072B	Lamar1	terlaksana	Normal	tidak ada	
6	2/13/2023	19.07.46	19.ELKA.CRO.03	Oscilloscope	GW INSTEK	GDS-1072B	Lamar1	terlaksana	Normal	tidak ada	
7	2/13/2023	19.07.36	19.ELKA.CRO.04	Oscilloscope	GW INSTEK	GDS-1072B	Lamar1	terlaksana	Normal	tidak ada	
8	2/13/2023	19.06.49	19.ELKA.CRO.05	Oscilloscope	GW INSTEK	GDS-1072B	Lamar1	terlaksana	Normal	tidak ada	
9	2/13/2023	19.06.39	17.ELKA.AFG.01	AFG	GW INSTEK	GFG 8825H	Lamar2	terlaksana	Normal	tidak ada	
10	2/13/2023	19.06.27	17.ELKA.AFG.02	AFG	GW INSTEK	GFG 8825H	Lamar2	terlaksana	Normal	tidak ada	

Gambar 12. Data dokumentasi pengecekan peralatan di google sheets

Data pembacaan informasi peralatan yang dilakukan pengecekan maka pranata laboratorium pendidikan dapat mengisi kolom keterangan mengenai pengecekan peralatan yaitu kolom pembersihan alat dan kolom cek fungsi peralatan. Untuk mempermudah dalam pengisian digunakan fungsi cek dropdown yang ada pada google sheets. Untuk kolom pembersihan terdapat pilihan terlaksana dan belum terlaksana. Sedangkan pada kolom cek fungsi terdapat pilihan Normal, Perlu perbaikan dan rusak. Terdapat juga kolom catatan yang dapat digunakan jika terdapat hal-hal yang perlu di catat selama proses pengecekan peralatan laboratorium.

IV. Kesimpulan

Dari penelitian rancangbangun sistem pengecekan peralatan laboratorium menggunakan RFID diperoleh:

1. Jarak minimal pembacaan RFID reader terhadap RFID tag yang berada pada peralatan laboratorium adalah 3 cm
2. RFID reader mampu membaca dan mengirimkan informasi yang terdapat pada RFID tag yang diletakkan pada peralatan laboratorium sehingga proses dokumentasi dan pencatatan pengecekan peralatan laboratorium dapat dilakukan dengan mudah.

V. Ucapan Terima kasih

Ucapan terimakasih diberikan kepada unsur pimpinan jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah mengupayakan pendanaan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] Pemerintah Republik Indonesia, *PERMENPAN No 7 tahun 2019 Tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan*, Jakarta 2019.

[2] Universitas Islam Indonesia, *Peraturan Universitas No 3 tahun 2021 tentang jabatan Fungsional, Pangkat dan Angka Kredit Pranata Laboratorium Pendidikan Universitas Islam Indonesia*, Yogyakarta. 2021

-
- [3] Richard Decaprio, *Tips Mengelola Laboratorium Sekolah*, Yogyakarta: Diva Press, 2013.
- [4] Reni Astuti, *Manajemen Laboratorium yang cerdas, cermat dan Selamat*, Sukabumi: Cv Jejak 2020.
- [5] Pemerintah Republik Indonesia, *PERMENPAN No 3 tahun 2010 Tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan dan Angka Kreditnya*, Jakarta 2010.
- [6] Zikri Noer, *Alat-alat laboratorium tingkat Universitas Katagori I*, Jakarta: Guepedia, 2021.
- [7] Muhammad Dedi Irawan, Implementasi E-Arsip pada Program Studi Teknik Informatika , (*JurTI*) *Jurnal Teknologi Informasi*, Vol.2, No.1, pp. 67- 84, 2018.
- [8] Evi Aulia rachma, Penggunaan Aplikasi E-Surat Sikd (Sistem Informasi Kearsipan Dinamis) Dalam Pengelolaan Arsip Elektronik Untuk Mendukung E-Government Di Badan Arsip Dan Perpustakaan Kota Surabaya, *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, Vol. 3, No.3, pp.1-16, 2015.