

DESAIN RECTIFIER PADA TEKNOLOGI CMOS AMS 0.35 μm UNTUK MENDUKUNG TAG RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) PASIF 13.56 MHz

Ganjar Febriyani Pratiwi¹, Belinda Ayuningtyas²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Gunadarma Jakarta

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Dian Nusantara, Jakarta

Corresponding author

E-mail: ganjarpratiwi@yahoo.com



Diterima : 10/02/2021

Direvisi : 24/02/2021

Dipublikasi : 10/03/2021

Abstrak: *Rectifier* yang terdapat pada *tag* RFID pasif berfungsi untuk mengubah tegangan AC yang ditangkap oleh coil menjadi tegangan DC. Kemudian tegangan DC ini digunakan sebagai *supply* energi untuk komponen lain dalam *microchip*. Dengan teknologi CMOS, rangkaian *rectifier* dapat dirancang dengan NMOS dan PMOS. Rangkaian *rectifier* yang berada didalam *tag* RFID pasif bekerja berdasarkan sinyal radio frekuensi yang dipancarkan oleh *reader* RFID. Jumlah cell yang digunakan dalam rangkaian *rectifier* NMOS ini sebanyak 5 cell. Sedangkan dalam rangkaian PMOS jumlah cell yang digunakan sebanyak 6 cell. Kapasitor yang digunakan pada rangkaian NMOS sebesar 6 pF, sedangkan pada rangkaian PMOS kapasitor yang digunakan sebesar 9 pF. Dan nilai resistor Pada rangkaian NMOS, kondisi terbaik untuk menghasilkan tegangan *output* 10 Volt didapatkan dengan memberikan beban sebesar 1000 k Ω , sedangkan pada rangkaian PMOS sebesar 940 k Ω . Semakin banyak jumlah cell yang digunakan, maka beban yang digunakan semakin kecil. Begitu pula sebaliknya, semakin sedikit jumlah *cell* yang digunakan, maka beban yang digunakan semakin besar.

Kata Kunci: *Tag* RFID, CMOS, *Rectifier*, NMOS, PMOS

PENDAHULUAN

Keamanan menjadi suatu kebutuhan dasar manusia yang diinginkan bagi masyarakat untuk menunjang kenyamanan dalam segala hal di kehidupan sehari-hari, baik untuk dirinya sendiri ataupun untuk sesuatu hal yang dianggapnya penting. Setiap keamanan tidak lepas dari sistem yang digunakan. Salah satu metode keamanan adalah penggunaan Radio Frequency Identification (RFID).

RFID menggunakan frekuensi radio untuk membaca informasi dari sebuah device kecil yang

disebut tag (transponder). Tag RFID dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan sumber energinya yaitu, tag RFID aktif dan tag RFID pasif. Dalam hal ini, menggunakan tag RFID pasif yang didukung dengan menggunakan sinyal radio frekuensi. Dalam tag RFID pasif, terdapat sebuah rectifier yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC yang ditangkap oleh coil menjadi tegangan DC, sehingga dapat digunakan sebagai supply energi untuk komponen lain dalam microchip. Tegangan yang dibutuhkan tag RFID pasif sebesar 3,3 volt, maka dibutuhkan rangkaian rectifier untuk memberikan tegangan sesuai dengan kebutuhan. Dengan teknologi CMOS, rangkaian rectifier dapat dibangun dengan menggunakan PMOS dan NMOS.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan rangkaian rectifier tegangan output 10 volt untuk mendukung tag RFID pasif 13.56 MHz pada teknologi CMOS AMS 0.35 μm yang dibangun dengan NMOS & PMOS. Serta untuk hasil desain rectifier ke dalam bentuk System on Chip

KAJIAN PUSTAKA

Menurut Changming Ma dkk (2007), menyatakan bahwa rectifier disebut juga multiplier tegangan. Prinsip kerja dari rectifier ini yaitu mengubah masukan sinyal radio frekuensi yang diterima oleh antena menjadi tegangan DC untuk analog front-end circuits, blok base-band DSP dan memori RFID transponder. Karena rectifier merupakan rangkaian multiplier tegangan, maka tegangan output dapat diketahui dengan cara mengalikan tegangan input dengan jumlah cell yang ada pada rangkaian rectifier. Berikut ini cara perhitungan untuk menentukan tegangan output tersebut :

$$V_{\text{output}} = V_{\text{input}} \times N$$

Dimana :

V_{output} = Tegangan yang diperoleh

V_{input} = Tegangan yang digunakan

N = Jumlah cell yang digunakan

Menurut ZhaoYin Daniel Wu dkk (2007), menyatakan bahwa apabila reader RFID mengirimkan sinyal radio frekuensi, maka tegangan radio frekuensi diinduksikan pada antena transponder yang ada pada tag RFID. Prinsip kerja rectifier untuk menyediakan pasokan tegangan DC untuk operasi tag.

Menurut Soumyajit Mandal (2007), menyatakan bahwa tag RFID dapat benar-benar pasif artinya tag RFID tanpa baterai internal atau semi-pasif artinya. baterai cadangan untuk memasok daya. Tag RFID memiliki antena untuk menangkap sinyal radio frekuensi. Sehingga rectifier yang berada pada tag RFID dapat mengekstrak listrik DC dan pengolahannya akan didistribusikan ke sistem yang lainnya.

Menurut Seyed Saeid Hashemi Aghcheh Body (2011), menyatakan bahwa rectifier biasanya digunakan dalam rantai konversi energi listrik untuk mengubah energi yang diperoleh dari sumber sinyal AC ke tingkat DC. Rectifier terbagi menjadi 2 jenis yaitu rectifier pasif dan aktif.

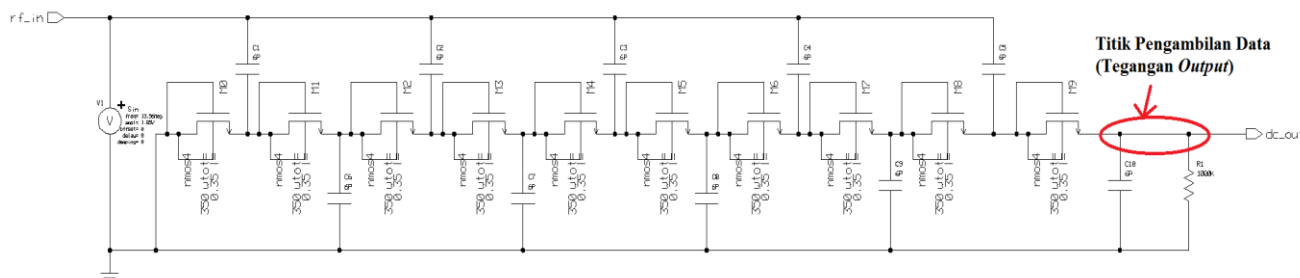
METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini berdasarkan teknologi CMOS AMS 0.35 μm pada Mentor Graphics. Rangkaian *rectifier* dirancang menggunakan NMOS dan PMOS sampai mendapatkan tegangan *output* yang sesuai. Setelah mengetahui rangkaian *rectifier*, langkah selanjutnya adalah memodelkan *rectifier* pada software Mentor Graphics. Desain *rectifier* berdasarkan literatur yang ada dengan menentukan nilai transistor yang akan digunakan, untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Dan langkah terakhir adalah menyiapkan rangkaian *rectifier* ke dalam bentuk SOC (*System on Chip*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi rancangan untuk menguji hasil *rectifier* untuk mendukung tag RFID pasif dibuat sesuai dengan tahapan yang telah dirancang. Pengujian simulasi dilakukan pada rangkaian *rectifier*. Simulasi juga dilakukan pada hasil layout. Tahapan ini dilakukan untuk pengembangan *System on Chip* berdasarkan layout *rectifier*.

Uji coba pada rangkaian *rectifier* NMOS perlu dilakukan untuk memastikan seberapa jauh kemampuan *rectifier* tersebut untuk menghasilkan tegangan *output* maksimal 10 volt



Gambar 1. Titik Pengambilan Data (Tegangan Output)

Sumber : Mentor Graphics (2017)

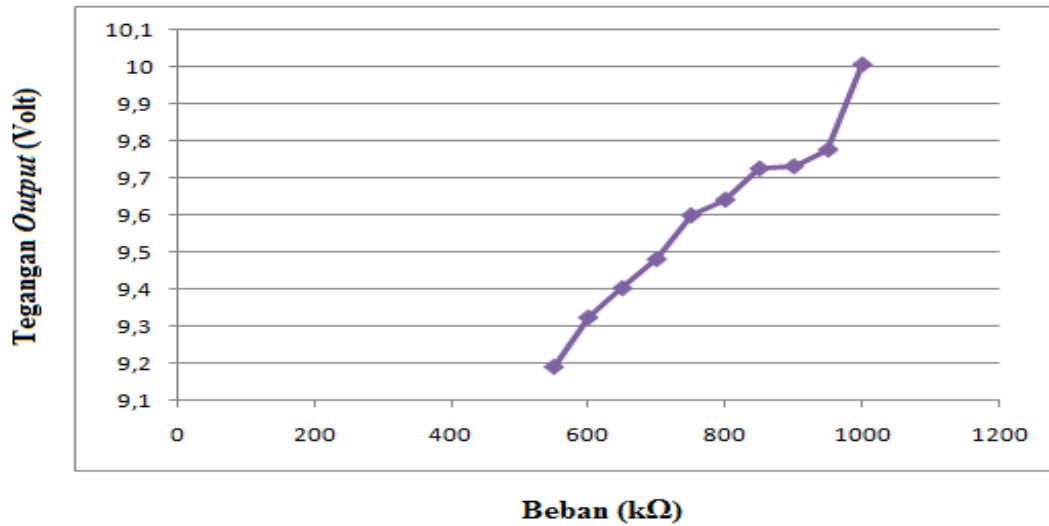
Uji coba dilakukan dengan cara merubah nilai beban. Dari uji coba yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Pengujian Rectifier NMOS dengan Mengganti Nilai pada Beban

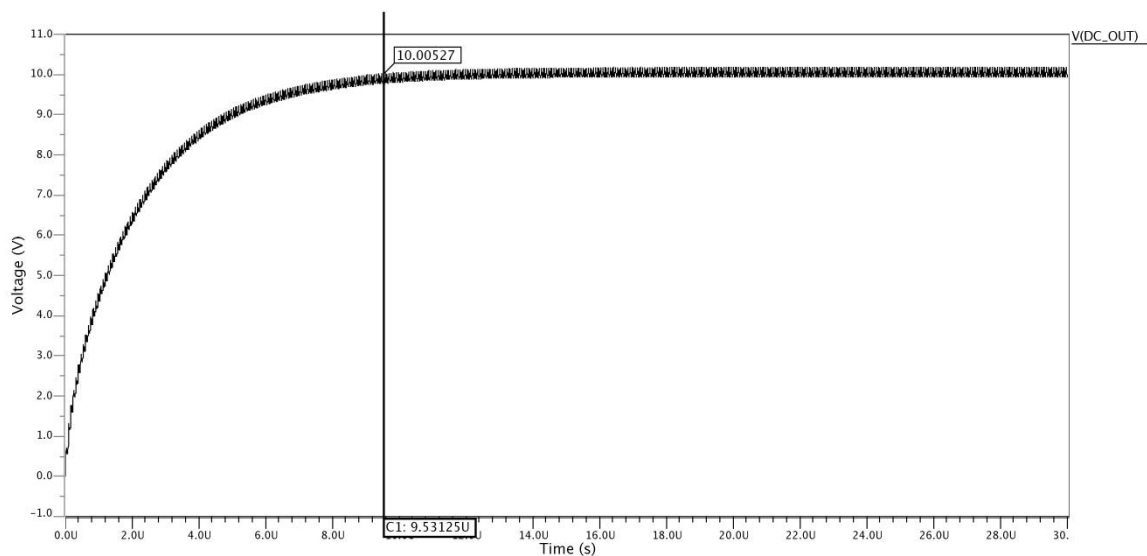
No.	Beban (k Ω)	Tegangan Output (Volt)	Waktu (μs)
1	550	9,19072	11,40625
2	600	9,32360	11,28125
3	650	9,40342	11,18750
4	700	9,48062	10,96875
5	750	9,59954	10,81250
6	800	9,64131	10,00000
7	850	9,72558	9,81250

8	900	9,73088	9,78125
9	950	9,77577	9,56250
10	1000	10,00527	9,53125

Pada tabel 1. pengujian dengan mengganti nilai pada beban mulai dari nilai 550 kΩ hingga 1000 kΩ.



Gambar 2 Grafik Tegangan *Output* terhadap Beban
 Sumber : Mentor Graphics (2017)



Gambar 3 Gelombang Output dengan Beban 1000 kΩ
 Sumber : Mentor Graphics (2017)

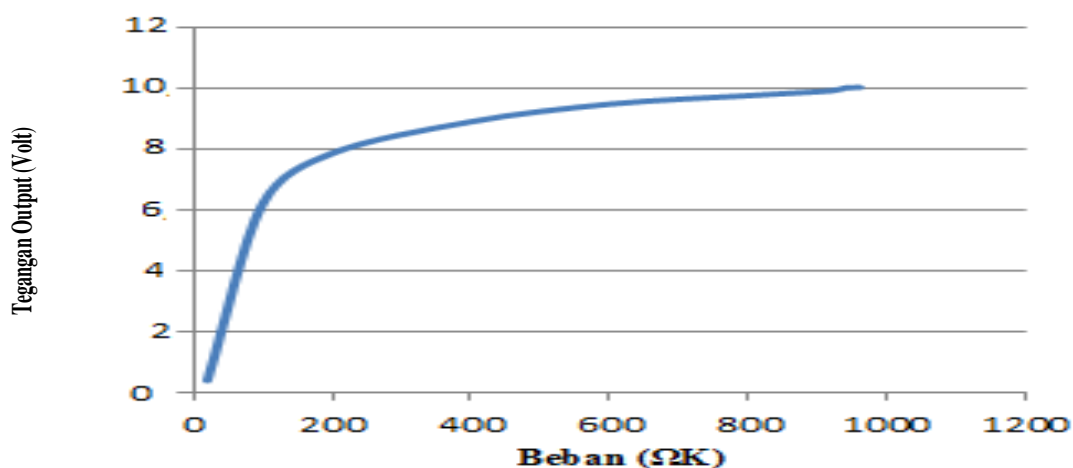
Pada gambar 3. hasil simulasi berupa gelombang *output* dengan memberikan beban 1000 k Ω , sehingga untuk mencapai tegangan *output* stabil membutuhkan waktu 9.53125 μ s.

Berdasarkan hasil simulasi diperoleh tegangan *output* yang berbeda-beda, hal ini dipicu oleh nilai beban yang variabel. Semakin kecil nilai beban, maka semakin kecil pula tegangan *output* yang diperoleh. Tetapi waktu yang diperlukan untuk mencapai tegangan *output* yang stabil semakin lama. Begitu pula sebaliknya, semakin besar nilai beban, maka semakin besar pula tegangan *output* yang diperoleh dan waktu yang diperlukan untuk mencapai tegangan *output* yang stabil semakin cepat.

Tabel 2 Pengujian Rectifier PMOS dengan Mengganti Nilai pada Beban

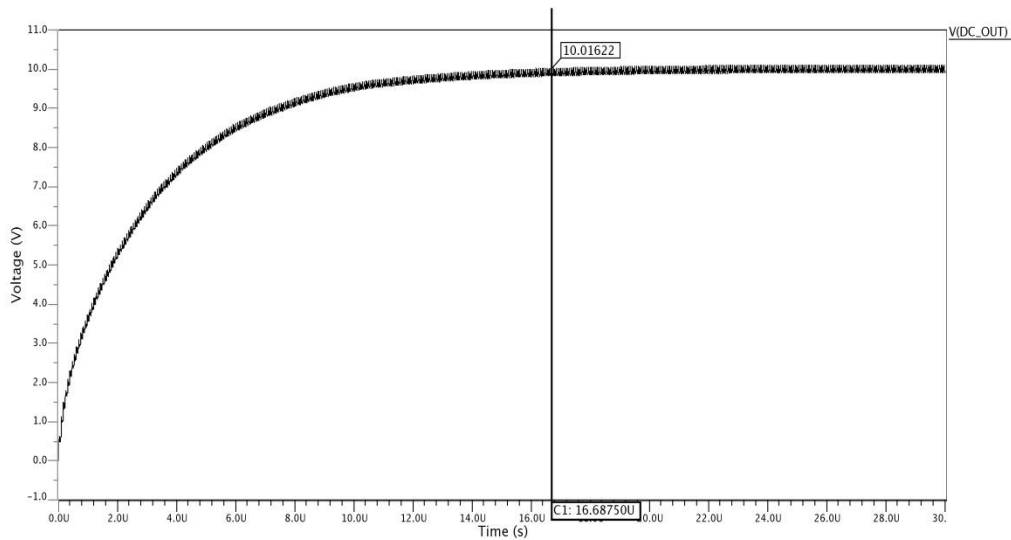
No.	Beban (K Ω)	Tegangan Output (Volt)	Waktu (μ Sekon)
1	1	0,41552	19,40625
2	50	4,44422	19,34375
3	100	6,19881	18,75000
4	200	7,85667	18,31250
5	400	8,88914	17,25000
6	600	9,46865	17,21875
7	800	9,74833	16,96875
8	920	9,80585	16,93750
9	940	10,00348	16,90625
10	960	10,01622	16,68750

Pada tabel 2 pengujian dengan tegangan *input* yang diberikan secara konstan sebesar 1.82 Volt dan beban resistor diubah-ubah untuk mendapatkan tegangan *output* yang diinginkan yaitu 10 Volt. Sesuai dengan pengujian didapat bahwa pada beban sebesar 1 k Ω menghasilkan tegangan *output* sebesar 0.41552 Volt, beban sebesar 600 k Ω menghasilkan tegangan *output* sebesar 9.46865 Volt, beban sebesar 940 k Ω menghasilkan tegangan *output* 10.00348 Volt, sedangkan beban sebesar 960 k Ω menghasilkan tegangan *output* sebesar 10.01622 Volt



Gambar 4. Grafik Tegangan Output terhadap Beban

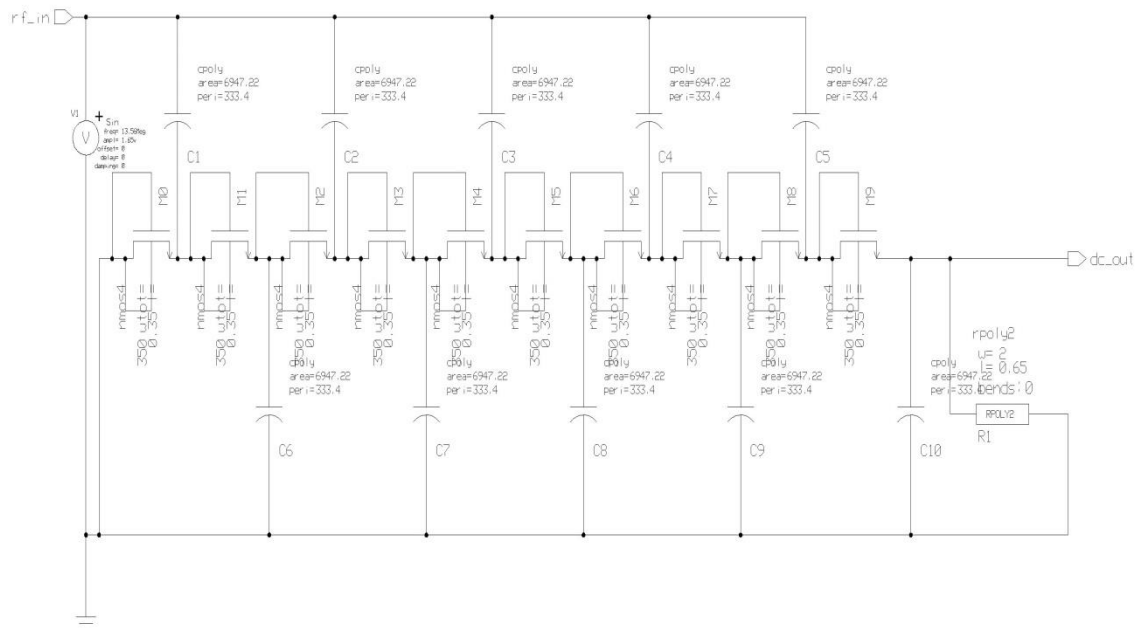
Sumber : Mentor Graphics (2017)



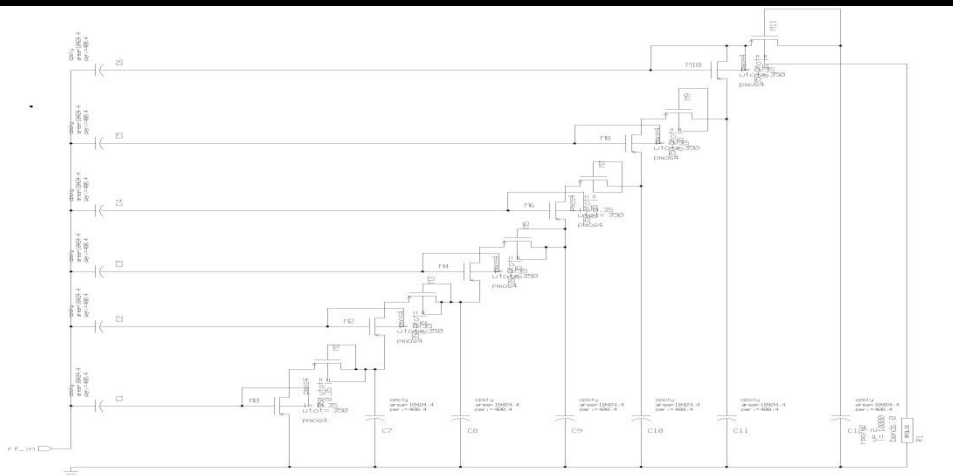
Gambar 5 Gelombang *Output* dengan Beban Sebesar 960 k Ω
Sumber : Mentor Graphics (2017)

Pada gambar 5 hasil simulasi berupa gelombang *output* dengan memberikan beban sebesar 960 k Ω , sehingga untuk mencapai tegangan *output* stabil membutuhkan waktu 16.68750 μ sekon.

Layout rangkaian dari schematic rectifier yang ada dirancang dengan desain semi automatic. Maka di schematic rangkaian, komponen kapasitor dan resistor perlu dirubah dengan menggunakan Cpoly dan Rpoly untuk memudahkan dalam mendesain layout rectifiernya



Gambar 6 Rangkaian Skematik *Rectifier* NMOS dengan Cpoly & Rpoly
Sumber : Mentor Graphics (2017)

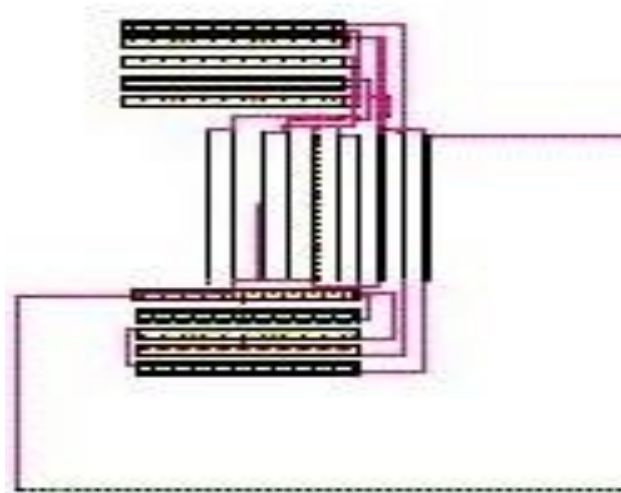


Gambar 7 Rangkaian Skematik Rectifier PMOS dengan Cpoly & Rpoly
Sumber : Mentor Graphics (2017)

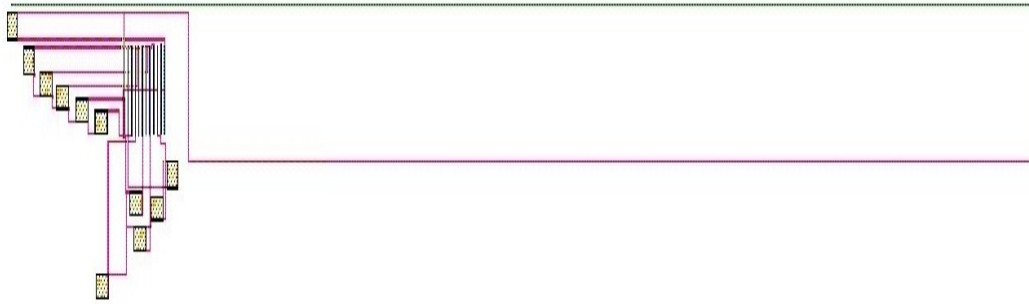
Hasil layout rangkaian *rectifier* ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



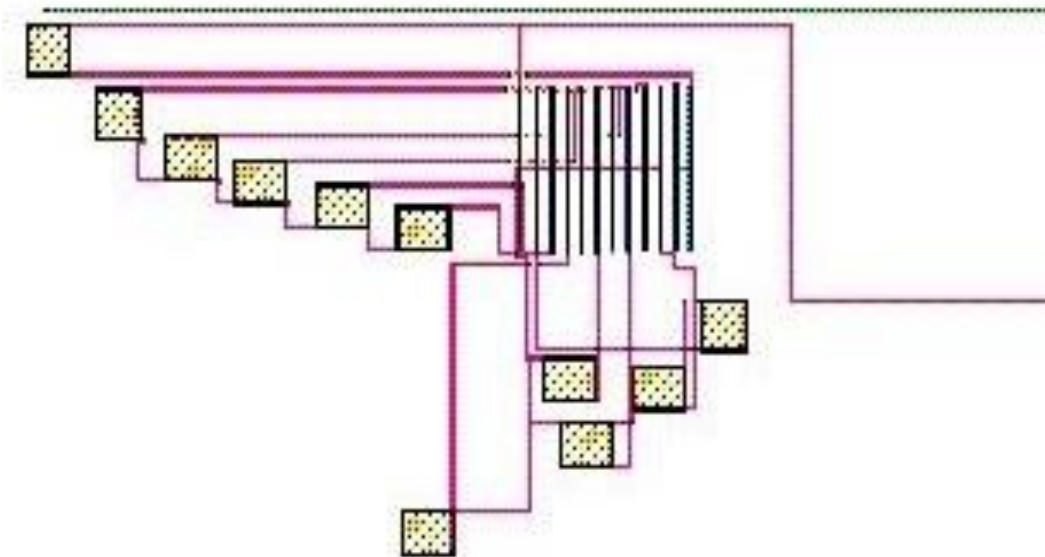
Gambar 8 Layout NMOS Keseluruhan
Sumber : Mentor Graphics (2017)



Gambar 9 Layout NMOS
Sumber : Mentor Graphics (2017)



Gambar 10 Layout PMOS Keseluruhan
Sumber : Mentor Graphics (2017)



Gambar 11 Layout PMOS
Sumber : Mentor Graphics (2017)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, simulasi, dan uji coba rangkaian untuk menunjang kinerja tag RFID pasif 13.56 MHz ini diketahui bahwa rectifier NMOS ini bekerja dengan baik menghasilkan tegangan output yang diinginkan sebesar 10.00527 Volt. Sedangkan pada rangkaian rectifier PMOS menghasilkan tegangan output sebesar 10.00348 Volt. Nilai yang didapat dari tegangan ini telah memenuhi dari spesifikasi yang diinginkan, yaitu ± 10 Volt.

Berdasarkan hasil simulasi dari perancangan rangkaian rectifier NMOS, dibutuhkan tegangan input sebesar 1.65 Volt dan nilai kapasitor sebesar 6 pF. Dan beban yang digunakan pada uji coba ini sebesar 1000 k Ω . Sedangkan pada rangkaian PMOS, dibutuhkan tegangan input sebesar 1.82 Volt dan nilai kapasitor sebesar 9 pF. Dan beban yang digunakan sebesar 940 k Ω .

Jumlah cell yang digunakan dalam rangkaian rectifier NMOS ini sebanyak 5 cell, setiap cell terdiri dari 2 NMOS dan 2 kapasitor. Dan dalam 5 cell sudah dapat menghasilkan output yang diinginkan yaitu sebesar 10 Volt. Sedangkan jumlah cell yang digunakan dalam rangkaian rectifier PMOS ini sebanyak 6 cell.

Jumlah cell yang digunakan juga dapat mempengaruhi tegangan output yang diinginkan. Semakin banyak jumlah cell yang digunakan, maka beban yang digunakan semakin kecil. Begitu pula sebaliknya, semakin sedikit jumlah cell yang digunakan, maka beban yang digunakan semakin besar.

Saran

Tegangan output yang dihasilkan oleh rangkaian rectifier NMOS ini, selalu berubah-ubah sesuai dengan tegangan input atau besarnya nilai setiap komponen yang dimasukkan. Sehingga untuk mengatasi agar tegangan output yang diinginkan selalu konstan, maka harus ditambahkan dengan rangkaian Low Drop Output (LDO) untuk menunjang kinerja dari rangkaian rectifier NMOS agar lebih optimal.

DAFTAR RUJUKAN

- Alfred M. Kriman, 2012, "CMOS", <http://www.plexoft.com/SBF/C08.html>, Tanggal Akses 13 Oktober 2017.
- Changming Ma dkk, 2007, "Jurnal A Low-Power AC/DC Rectifier for Passive UHF RFID Transponders", IEEE, China.
- Eka Maulana, 2014, "*Teori Dasar MOSFET*", <http://maulana.lecture.ub.ac.id/>, Tanggal Akses 13 Oktober 2017.
- Ismail Beigi Research Group, 2014, "Logic", <http://volga.eng.yale.edu/index.php/main/logic>, Tanggal Akses 13 Oktober 2017.
- Muhammad Aiyub, 2011, "Rancangan Bangun Sistem Monitoring dan Pengendalian Kinerja Pegawai Berbasis RFID Pada Dinas Perhubungan, Komunikasi, Informasi dan Telematika (Dishubkomintel) Pemerintah Aceh", Laporan Ilmiah.
- M.Sarosa dkk, 2009, "Jurnal Pemanfaatan RFID sebagai Identitas Mobil pada Prototype Sistem Prabayar Pintu Tol", Prosiding SENTIA, Politeknik Negeri Malang.
- Seyed Saeid Hashemi Aghcheh Body, 2011, "Jurnal High-Efficiency Low-Voltage Rectifiers for Power Scavenging Systems", Universitas De Montreal, Prancis.
- Soumyajit Mandal, 2007, "Jurnal Low-Power CMOS Rectifier Design for RFID Applications", IEEE, New York.
- The Free Dictionary, 2013, "MOSFET", <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/N-type+Metal-Oxide-Semiconductor>, Tanggal Akses 13 Oktober 2017.
- TU Clausthal, 2013, "Defect Chemistry in Silica-Based Oxides", <http://orion.pt.tu-clausthal.de/atp/projects/silica.html>, Tanggal Akses 13 Oktober 2017.
- Y.Filipus Momongan, 2012, "Jurnal Aplikasi Ear Tag RFID sebagai Kartu Ternak Sapi Elektronik pada Peternakan Rakyat", Universitas Kristen Satya Wacana.
- ZhaoYin Daniel Wu dkk, 2007, "Jurnal RFID Radio Circuit Design in CMOS", Ansoft, Taiwan.