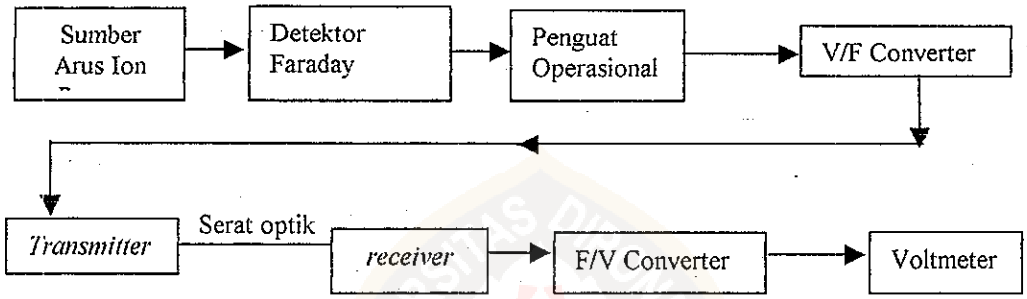
BAB III

PERANCANGAN DAN REALISASI RANGKAIAN

3.1. Skema Blok Rangkaian Peralatan

Diagram blok sistem rangkaian peralatan transfer data arus dengan menggunakan serat optik sebagai medium transmisi sinyal dapat dijelaskan seperti terlihat pada gambar 3-1.



Gambar 3-1. Skema blok rangkaian peralatan

3.2. Cara Kerja Blok Rangkaian Peralatan

Proses kerja sistem rangkaian ini dimulai dari rangkaian penguat operasional (rangkaian pengubah arus ke tegangan) yang berfungsi sebagai penghasil tegangan. Besar kecilnya tegangan yang dihasilkan tergantung dari nilai tahanan. Tegangan analog yang dihasilkan tersebut diubah menjadi pulsa digital oleh rangkaian *voltage to frequency converter*.

Rangkaian *voltage to frequency converter* berfungsi sebagai penghasil frekuensi yang berbanding lurus dengan amplitudo tegangan. Frekuensi yang dihasilkan merupakan frekuensi digital yang kemudian dikirim oleh rangkaian *transmitter*.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Rangkaian *transmitter* akan mengubah frekuensi digital menjadi pulsa-pulsa cahaya yang dihasilkan oleh LED karena akan dilewatkan melalui serat optik.

Pulsa cahaya yang dipancarkan oleh LED dilewatkan pada media perantara yakni serat optik yang berfungsi sebagai medium transmisi sinyal. Transmisi sinyal dengan serat optik terisolasi elektrik sehingga dapat digunakan untuk mengukur sinyal di daerah tegangan tinggi dan melindungi dari interferensi gelombang elektromagnetik.

Setelah melewati serat optik, cahaya diterima oleh fotodioda dan diterjemahkan menjadi sinyal pulsa listrik. Karena sinyal yang dikeluarkan oleh fotodioda masih kurang kuat untuk langsung diubah menjadi sinyal tegangan analog, maka sinyal diperkuat oleh *subsequen amplifier* dan dipicu oleh transistor *schotty*. Ketiga komponen tersebut tergabung dalam rangkaian yang disebut *receiver*.

Hasil keluaran *receiver* selanjutnya diteruskan ke bagian rangkaian *frequency to voltage converter*. Rangkaian ini berfungsi sebagai pengubah sinyal pulsa atau frekuensi menjadi tegangan (volt).

Komponen utama yang akan dirancang adalah:

1. LM 741 sebagai pengubah arus ke tegangan.
2. AD 650 sebagai pengubah frekuensi ke tegangan dan sebagai pengubah tegangan ke frekuensi.
3. *Transmitter* HFE-4211 sebagai pengirim sinyal frekuensi.
4. *Receiver* HFD-3212 sebagai penerima sinyal frekuensi.
5. Serat optik sebagai media transmisi.

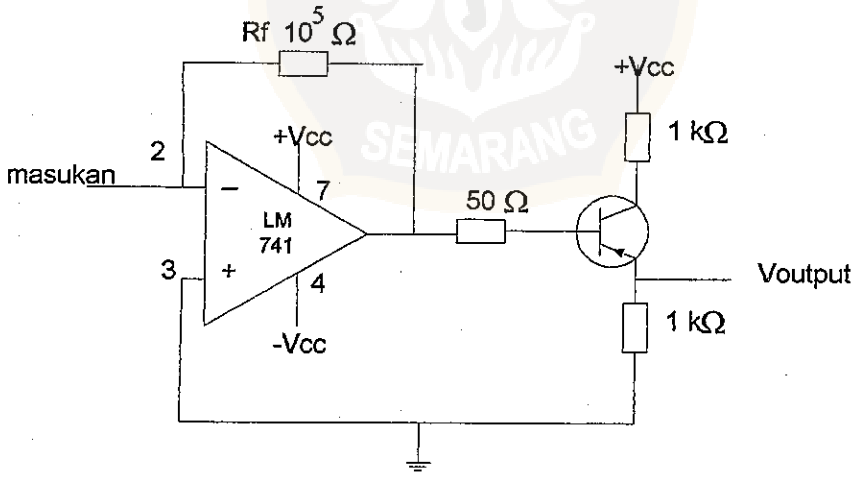
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.3. Rangkaian Pengubah Arus ke Tegangan

Rangkaian ini berfungsi sebagai pengubah arus menjadi tegangan analog yang besar kecilnya tergantung dari tahanannya. Arus yang masuk pada masukan op-amp tidak melewati op-amp, arus akan melewati tahanan 10^5 Ω dan yang melewati op-amp adalah tegangan yang berbanding lurus dengan tahanannya. Op-amp akan menguatkan tegangan.

Untuk menguatkan arus yang melewati tahanan 50 Ω maka dipasang transistor sehingga arus yang keluar dari tahanan 50 Ω tidak terbebani. Pada transistor walaupun arus basis sangat kecil tetapi sudah dapat menggerakkan transistor. Karena arus yang melewati sehingga tahanan 50 Ω sangat kecil maka tahanan ini dipasang pada *base* dari transistor.

Rangkaian pengubah arus ke tegangan dapat dilihat pada gambar 3-2.

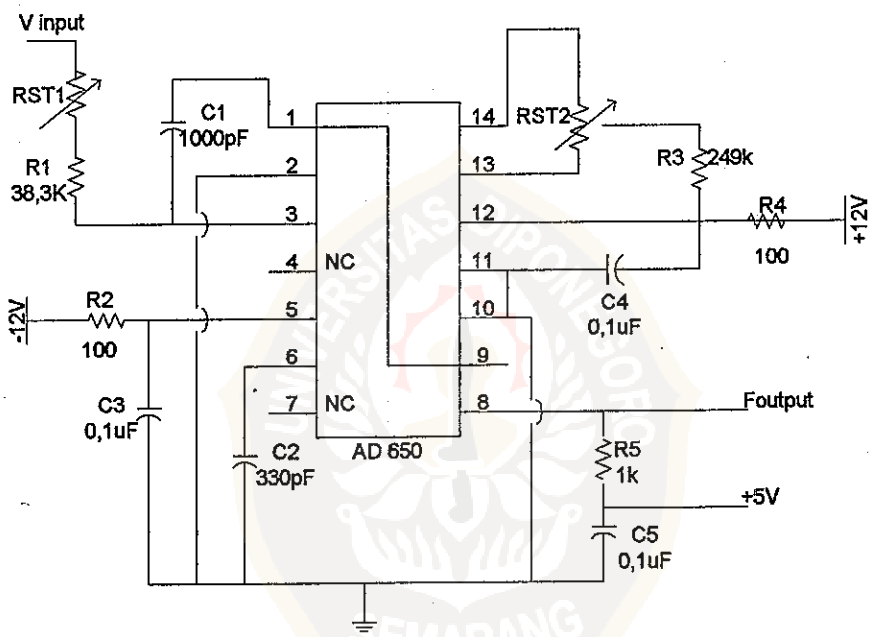


Gambar 3-2. Rangkaian pengubah arus ke tegangan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.4. Rangkaian *Voltage to Frequency Converter*

Rangkaian yang di tunjukkan pada gambar 3-3, berfungsi sebagai pengubah tegangan analog menjadi frekuensi. yang besar frekuensinya tergantung dari besar kecilnya tegangan masuk V_{IN}, tahanan masukan R_{IN}, dan kapasitor yang dipasang pada pewaktu monostabil. Sinyal masukan pada rangkaian ini diubah ke dalam arus yang ekuivalen oleh tahanan masukan R_{IN}. Untuk menghasilkan satu pulsa dari transistor keluarannya tergantung dari amplitudo sinyal masukan.



Gambar 3-3. Rangkaian *voltage to frequency converter*

R_{IN} yang di pasang pada pin 3 yang terdiri dari tahanan yang berupa R_{ST1} trimpot 5 kΩ dengan nilai resistansinya dapat diukur, trimpot tersebut diseri dengan tahanan R_1 38,3 kΩ (harga R_{IN} sebesar 43,3 kΩ) bertugas untuk mengubah sinyal masukan ke dalam arus ekuivalen. Kapasitor integrasi C_{INT} bertugas menjaga keseimbangan integrasi sinyal masukan yang kontinu serta dapat menghilangkan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

gangguan dan interferensi. Sebuah kapasitor C_{OS} 330pF disambungkan pada pin 6 dan kemudian di-*ground*-kan sehingga saklar tegangan akan terbuka mengikuti perubahan tegangan pada saat pin 9 memicu pewaktu monostabil. Untuk suplai logic yang digunakan adalah 5 volt sehingga R_5 yang dihubungkan dengan pin 8 harus lebih besar dari 5 V/8 mA atau lebih besar dari 625Ω.

Pada sumber arus dalam 0,5 mA dihubungkan pada pin 6 yang diserikan dengan arus keluaran pada C_{OS}, menyebabkan tegangan pada pin 6 menurun secara linier. Sekitar -3,4 V, pewaktu monostabil berhenti sesaat kemudian menyelesaikan perioda waktu dan memulai kembali siklus pengubahan tegangan ke frekuensi.

Dan keluaran f_{OUT} dapat dihitung dari rumus (3-1).

$$f_{OUT} = 0{,}15 \frac{V_{IN}/R_{IN}}{C_{OS} + 4{,}4 \times 10^{-11}} \qquad (3\text{-}1)$$

Dari rumus (3-1), berdasarkan pada rangkaian *voltage to frequency converter* yang mempunyai parameter bersifat konstan dan variabel. Rangkaian *voltage to frequency converter* di atas mempunyai parameter konstan R_{IN} dan C_{OS} yang bernilai 43,3 kΩ dan 330 pF. Maka perubahan nilai f_{OUT} ditentukan oleh perubahan nilai V_{IN}.

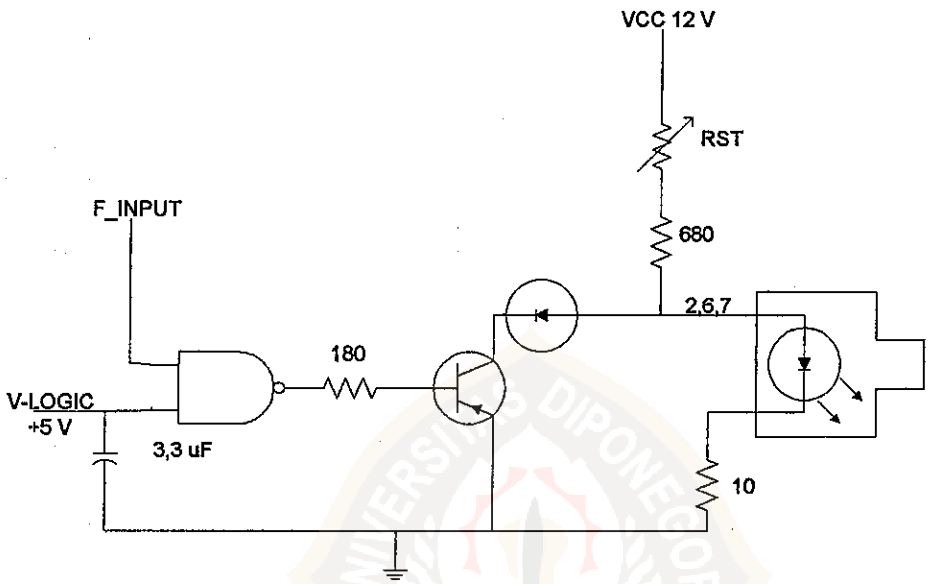
Sehingga rumus (3-1) sebanding dengan:

$$f_{OUT} = 4{,}0107\text{x}10^{8} \frac{V_{IN}}{38{,}3 + R_S} \qquad (3\text{-}2)$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.5. Rangkaian *Transmitter*

Rangkaian *transmitter* berfungsi mengubah sinyal elektrik dari rangkaian *voltage to frequency converter* menjadi sinyal optik yang kemudian akan ditransmisikan melalui serat optik. Sedangkan rangkaiannya adalah pada gambar 3-4.



Gambar 3-4. Rangkaian *transmitter*

Keluaran dari rangkaian *voltage to frequency converter* yang sudah diperkuat frekuensinya dimasukkan ke penggerak (*driver*) dan pembentuk tegangan digital, dimasukkan ke gerbang NAND pada IC HD74LS00P dalam rangkaian *transmitter*.

Gerbang NAND mempunyai aturan operasi yang keluarannya tergantung dari kombinasi masukannya. Jika logika masukan pada kedua kakinya adalah 0 dan 0, 0 dan 1, 1 dan 0 maka keluarannya adalah 1, namun jika logika masukan pada kedua kakinya adalah 1 dan 1 maka keluarannya 0.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Pada rangkaian *transmitter* masukan salah satu kaki gerbang NAND adalah VCC yang nilainya selalu tetap, sehingga nilai logikanya adalah selalu 1. Oleh karena itu keluaran gerbang NAND hanya ditentukan perubahan nilai tegangan sinyal frekuensi dari rangkaian *voltage to frequency* converter yaitu 0 V atau 5 V. Keluaran gerbang NAND dipakai sebagai masukan *base* transistor yang difungsikan sebagai *switch* atau saklar untuk menghidupkan dan mematikan LED. Ketika masukan kedua kaki gerbang NAND 1 dan 1 maka keluaran gerbang NAND adalah 0 yang mematikan transistor, sehingga tidak ada arus yang melalui kolektor transistor. Semua arus dari V_{CC} 12 V yang telah dibagi tegangannya oleh trimpot 5 kΩ akan melalui LED sehingga LED akan memancarkan cahaya yang kemudian akan ditransmisikan oleh serat optik.

Sebaliknya jika masukan gerbang NAND adalah 1 dan 0, maka transistor men-*switch on*, sehingga arus dari V_{CC} akan masuk ke transistor menjadi I_C (arus kolektor) dan keluar sebagai I_E (arus emitter) yang kemudian di-*ground*-kan. Karena tidak ada arus yang melewati LED maka LED tidak memancarkan cahaya.

Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa jika sinyal frekuensi dari *voltage to frequency converter* yang berbentuk pulsa tangga (*steps*) memicu naik maka LED akan menyala dan jika pulsa steps memicu turun maka LED akan mati. sehingga periode ataupun frekuensi dari rangkaian *voltage to frequency* akan sama dengan periode atau frekuensi nyala LED.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.6. Serat Optik

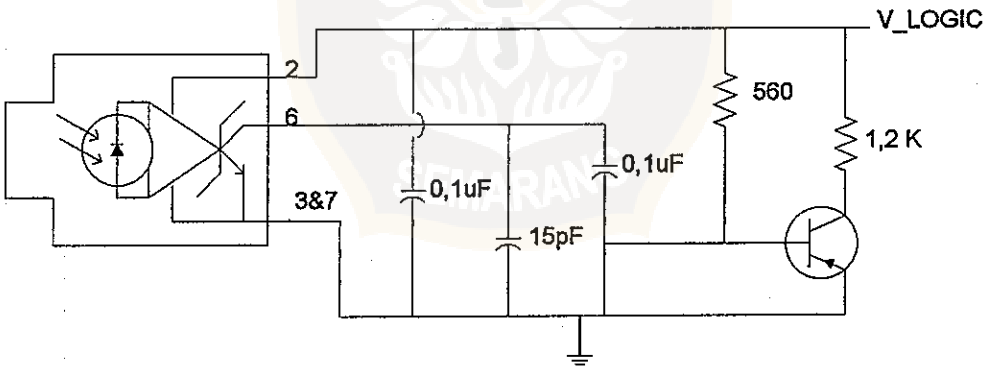
Spesifikasi serat optik yang digunakan adalah:

1. jenis multi mode step indeks
2. panjang 10 m
3. ukuran inti 62,5 μm
4. ukuran selubungnya 125 μm
5. bandwidth 850nm

Cahaya yang melewatinya akan merambat secara multi mode di dalam intinya dengan atenuasi sebesar 3-75 dB/km. Berdasarkan sifat optik yang telah dijelaskan di dasar teori, maka serat optik dianggap sebagai media transmisi ideal.

3.7. Rangkaian *Receiver*

Rangkaian *receiver* dapat dilihat pada gambar 3-5.



Gambar 3-5. Rangkaian *receiver*

Rangkaian *receiver* yang terdiri dari HFD-3212 yang dirangkaikan dengan resistor dan kapasitor. Pada IC HFD-3212 terdapat fotodioda, *dc amplifier* serta

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

transistor *schottky* kolektor terbuka. Fotodioda yang peka terhadap cahaya akan merubah sinyal optik yang mengenainya menjadi sinyal listrik. Rangkaian ini berfungsi menerima sinyal cahaya dari *transmitter* yang telah ditransmisikan melalui serat optik dan sekaligus mengubah sinyal optik tersebut menjadi sinyal elektrik hingga siap untuk diproses selanjutnya. Perubahan intensitas cahaya yang dikirim oleh *transmitter* berpangaruh pada perubahan arus yang dikeluarkan oleh fotodioda.

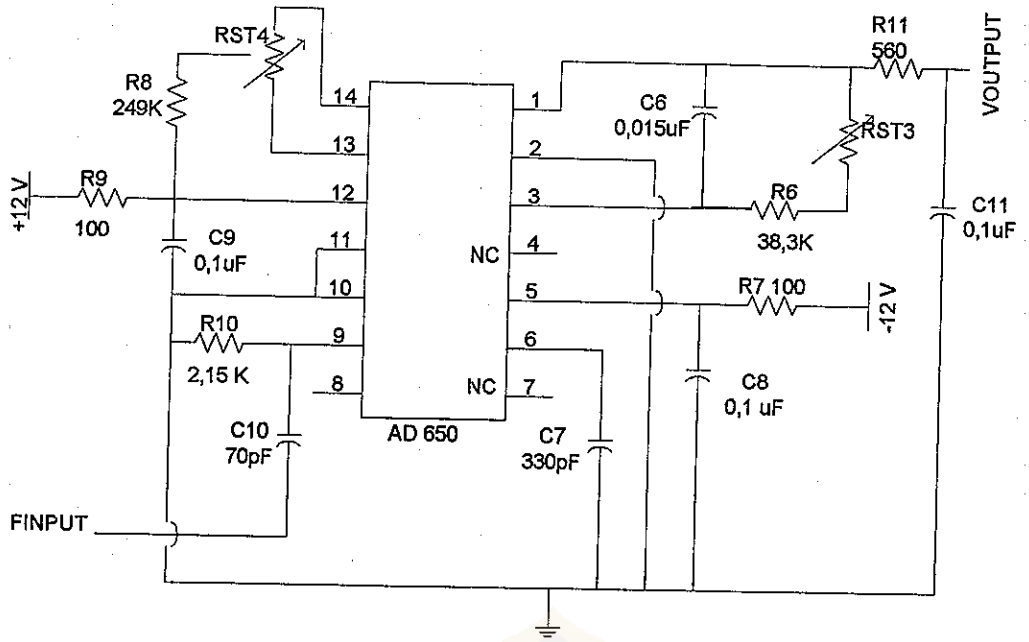
IC HFD-3212 didesain untuk antar muka secara langsung dengan piranti logic, misalkan CMOS. Pin 6 merupakan pin data, sedangkan pin 2 adalah pin V_{CC}, kedua pin ini direferensikan ke pin 3 dan 7 yang terhubung ke *ground.* Output pin data melewatkan aliran data gelombang kotak yang merupakan representasi dari data frekuensi yang dikirim. *Receiver* ini didesain untuk beroperasi dengan tinggi amplitudo keluaran sebesar 5 V sehingga disuplai dengan V_{LOGIC} +5 V. Untuk mengurangi *noise* maka penting untuk menghubungkan antara pin 2 dan pin 3 dengan kapasitor 0,1 μF serta transistor.

3.8. Rangkaian *Frequency toVoltage Converter*

Pada rangkaian ini pulsa-pulsa frekuensi yang diterima kemudian diubah ke dalam bentuk besaran listrik yaitu tegangan dengan satuan volt. Tegangan yang dikeluarkan dalam rangkaian ini sebanding dengan frekuensi masukan. Jadi bisa dikatakan bahwa semakin besar frekuensi masukannya semakin besar besar pula tegangan keluarannya.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Rangkaian *frequency to voltage converter* dapat dilihat pada gambar 3-6.



Gambar 3-6. Rangkaian *frequency to voltage converter*

Setiap sinyal masukan yang melalui *threshold comparator* akan menjadi negatif, pewaktu monostabil akan aktif dan memindahkan 1 mA ke dalam masukan integrator untuk pengukuran waktu perioda (ditunjukkan oleh C_{OS}). Pada peningkatan frekuensi, banyaknya muatan yang dimasukan ke dalam kapasitor integrasi yang meningkat secara proporsional. Tegangan yang melalui kapasitor integrator distabilkan saat arus bocor melalui R_{UOT} yang terdiri dari R_{ST3} dan R_6 yang masing-masing berharga 5 kΩ dan 38,3 kΩ. Arus bocor tersebut akan sama dengan arus rata-rata yang dimasukkan kedalam integrator. Efek dari peristiwa tersebut adalah tegangan keluaran rata-rata secara proporsional mengikuti frekuensi masukan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Maka besarnya tegangan keluaran rangkaian *frequency to voltage converter* tergantung dari besarnya frekuensi masukan f_{IN}, R_{OUT} dan C_{OS} yang dirumuskan pada rumus (3-3)

$$V_{OUT} = f_{IN}(C_{OS} + 4{,}4 \times 10^{-11}).\ R_{OUT}.\ \frac{1}{0{,}5} \qquad (3\text{-}3)$$

Dari rumus diatas berdasarkan pada rangkaian *frequency to voltage converter* mempunyai parameter yang bersifat konstan dan variabel. Rangkaian *frequency to voltage converter* diatas mempunyai parameter konstan R_6 sebesar 38,3 kΩ dan C_{OS} sebesar 330pF. Maka perubahan nilai V_{OUT} ditentukan oleh perubahan nilai f_{IN} dan R_S

Sehingga rumus (3-3) sebanding dengan rumus (3-4).

$$V_{OUT} = f_{IN}\ .74{,}8 \times 10^{-11}.(38{,}3\ + R_S) \qquad (3\text{-}4)$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)