BAB IV

PENGUKURAN DAN ANALISIS

4.1 Tujuan Pengujian Alat dan Analisa

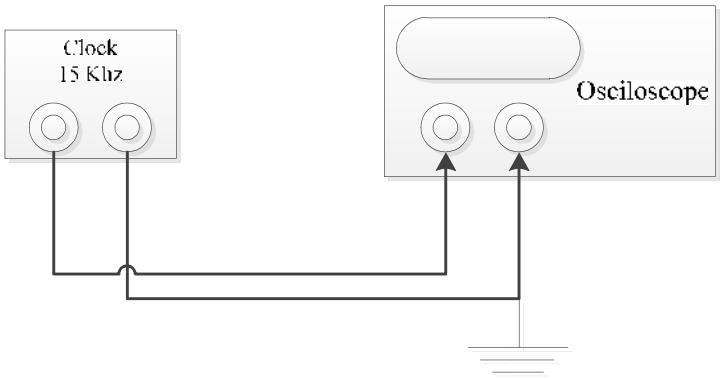
Pengukuran alat dan analisa ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisa hasil perancangan dari *Transceiver* CDMA sesuai dengan perancangan yang dilakukan pada bab sebelumnya serta melakukan pengukuran setiap blok sistem dan menganalisa secara matematis sehingga didapatkan nilai dari pengukuran tersebut yang sesuai berdasarkan tujuan dan batasan masalah dari tugas akhir ini.

4.2 Pengukuran Rangkaian *Clock* Pada Kanal-1

Pengukuran ini tujuannya adalah melakukan pengukuran *clock* pada masing-masing blok sistem yang terdapat pada kanal-1 supaya pengukuran ini dapat terperinci dengan baik. Pada kanal-1 akan diberikan masukan untuk sinyal pembawa *Pseudo Random Generator* 15 kHz dan sinyal pembawa pada *Pseudo Noise* 15 kHZ.

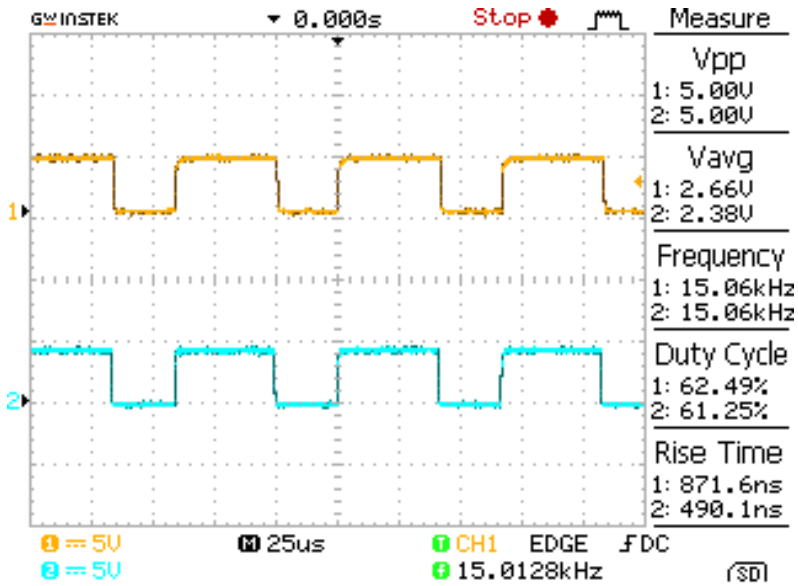
4.2.1 Pengukuran Rangkaian *Clock*

Pengukuran *clock* ini tujuannya adalah untuk menghasilkan nilai keluaran frekuensi dari rangkaian clock sebesar 15 kHz yang digunakan sebagai pembangkit pada rangkaian *Pseudo random Generator (*PRG*)* dan *Pseudo Noise (*PN*)*. Sebelum menganalisa sinyal hasil pengukuran, terlebih dahulu melakukan *Set up* pengukuran sebagai berikut :



Gambar 4.1 *Set up* Pengukuran *Clock* menggunakan *Osciloscope*

Dari *Set up* pengukuran tersebut didapatkan suatu bentuk sinyal keluaran dari rangkaian clock yang terlihat seperti pada gambar 4.2 dan juga didapatkan suatu bentuk kestabilan frekuensi yang tersusun dalam sebuah table frekuensi dimana analisa kestabilannya diambil berdasarkan pada perbandingan beberapa kali percobaan dalam selang waktu 5 menit pada satu percobaan. Adapun hasil dari percobaan dapat dilihat pada table 4.1.



Gambar 4.2 Hasil Keluaran Rangkaian *Clock* Pada CH1 *pseudo random generator (*PRG*)* dan CH2 *pseudo noise (*PN*)*

Tabel 4.1 kestabilan frekuensi *clock* kanal-1

No	T (Waktu)	Frekuensi (kHz)	
		Pseudo random Generator	*Pseudo Noise*
1	0 – 5 menit	15,06 kHz	15,06 kHz
2	5 – 10 menit	15,06 kHz	15,06 kHz
3	10 – 15 menit	15,05 kHz	15,05 kHz
4	15 – 20 menit	15,05 kHz	15,05 kHz
5	20 – 25 menit	15,05 kHz	15,05 kHz
6	25 – 30 menit	15,06 kHz	15,06 kHz
7	30 – 35 menit	15,06 kHz	15,06 kHz
8	35 – 40 menit	15,06 kHz	15,04 kHz
9	40 – 45 menit	15,06 kHz	15,06 kHz
10	45 – 50 menit	15,05 kHz	15,04 kHz
11	50 – 55 menit	15,05 kHz	15,04 kHz
12	55 – 60 menit	15,05 kHz	15,04 kHz
$\sum$		*f*=180,66 kHz	*f*=180,61 kHz

Dari tabel diatas dapat dicari nilai rata-rata dari clock sebesar 15 kHz yaitu :

- Nilai rata-rata clock *Pseudo Random Generatore* (PRG)

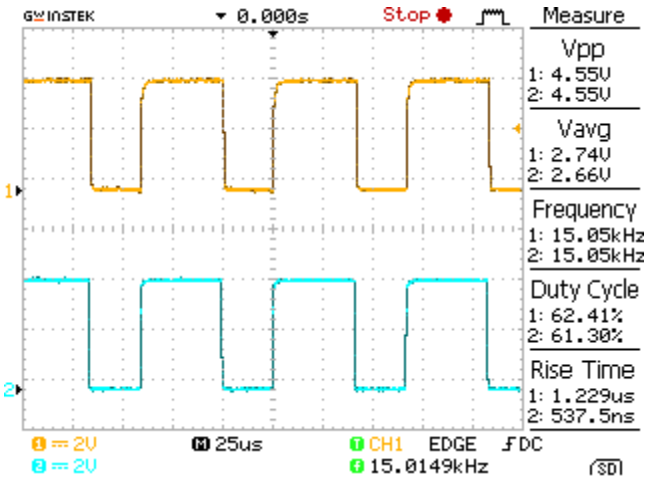
$$\bar{} = \frac{180{,}66}{12} = 15{,}05 \text{ kHz}$$

- Nilai rata-rata clock *Pseudo Noise* (PN)

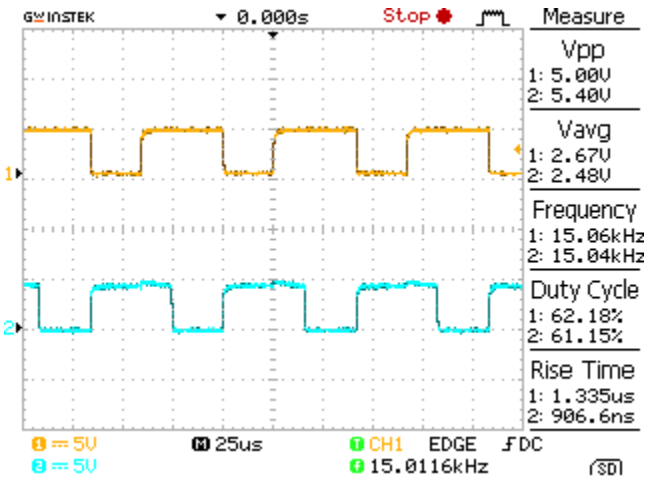
$$\bar{} = \frac{180{,}61}{12} = 15{,}05 \text{ kHz}$$

4.2.2 Pengukuran Kestabilan Frekuensi Clock PRG

Dari tabel sebelumnya dapat dihitung nilai probabilitas kesalahan dan devisiasi data keseluruhan pengukuran sebagai berikut. Sebelum menganalisa probabilitas kesalahan dapat dilihat sinyal keluaran pada gambar 4.3 sebagai perbandingan pada perubahan setiap selang waktu 5 menit pada saat percobaan.



(a)



(b)

Gambar 4.3 CH1 Menunjukan Persentase Kesalahan Pengukuran Clock 15 kHz Pada *Pseudo Random Generator (PRG)*

Tabel 4.2 Persentase kesalahan pengukuran clock 15 Khz pada PRG

No	Frekuensi (kHz)	$= (- \bar{})$	
1	15,06 kHz	0,01	0,0001
2	15,06 kHz	0,01	0,0001
3	15,05 kHz	0	0
4	15,05 kHz	0	0
5	15,05 kHz	0	0
6	15,06 kHz	0,01	0,0001
7	15,06 kHz	0,01	0,0001
8	15,06 kHz	0,01	0,0001
9	15,06 kHz	0,01	0,0001
10	15,05 kHz	0	0
11	15,05 kHz	0	0
12	15,05 kHz	0	0
	$\sum f$=180,66 kHz	$\sum = 0{,}06$	$\sum = 0{,}0006$

Harga rata-rata :

$$(\bar{}) = \frac{180{,}66}{12} = 15{,}05 \text{ kHz}$$

Sehingga harga standar devisiasi (σ) didapat sebesar :

$$\Delta = \frac{\overline{\quad}}{\overline{\quad} - 1}$$

$$\Delta = \overline{\frac{0{,}0006}{12-1}}$$

$$\Delta = 0{,}00738 \text{ kHz}$$

Jadi hasil pengukuran adalah :

$$\pm\Delta = 15{,}05 \pm 0{,}00738 \text{ kHz}$$

Probabilitas kesalahan $= 0{,}6745 \quad \Delta$

$$= 0{,}6745 \quad 0{,}00738$$

$$= 0{,}00498$$

Error (%) :

$$\frac{\Delta}{\quad} \quad 100\% = \frac{0{,}00738}{15{,}05} \quad 100\%$$

$$= 0{,}049\%$$

Clock rate = 2 x Frekuensi

= 2 x 15000 = 30 Kbps

Jadi kecepatan data :

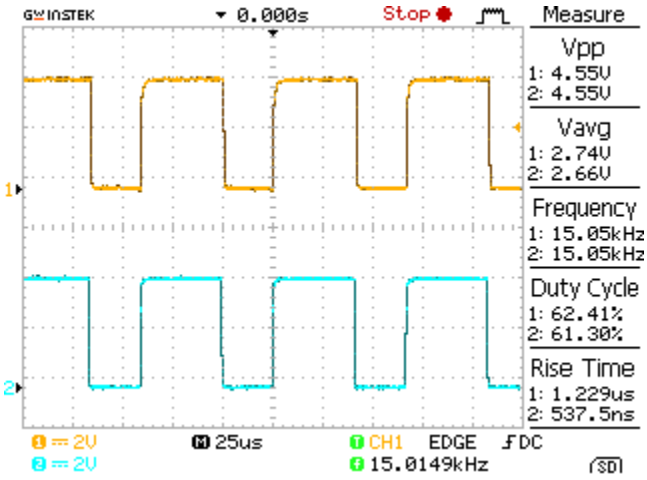
$$\frac{}{2} = \frac{3000}{2} = 15$$

- **Analisa Pengukuran :**

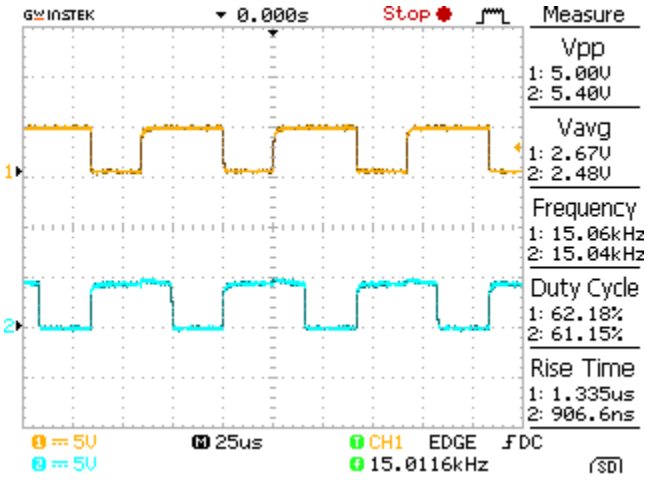
Berdasarkan hasil perhitungan kestabilan frekuensi clock, maka dapat dinyatakan bahwa tingkat kestabilannya mendekati nilai yang telah ditentukan atau mendekati nilai yang sebenarnya yaitu 15 kHz dan hasil perhitungan kesalahannya sebesar 0,049%.

4.2.3 Pengukuran Kestabilan Frekuensi Clock PN

Dari tabel sebelumnya dapat dihitung nilai probabilitas kesalahan dan devisiasi data keseluruhan pengukuran sebagai berikut.



(a)



(b)

Gambar 4.4 CH2 Menunjukan Persentase Kesalahan Pengukuran *Clock* 15 kHz Pada *Pseudo Noise (*PN*)*

Tabel 4.3 persentase kesalahan pengukuran clock 15 kHz pada PN

No	Frekuensi (kHz)	$= (\quad - \bar{\quad})$	
1	15,06 kHz	0,01	0,0001
2	15,06 kHz	0,01	0,0001
3	15,05 kHz	0	0
4	15,05 kHz	0	0
5	15,05 kHz	0	0
6	15,06 kHz	0,01	0,0001
7	15,06 kHz	0,01	0,0001
8	15,04 kHz	-0,01	0,0001
9	15,06 kHz	0,01	0,0001
10	15,04 kHz	-0,01	-0,0001
11	15,04 kHz	-0,01	-0,0001
12	15,04 kHz	-0,01	-0,0001
	f=180,61 kHz	$\sum \quad = 0{,}06$	$\sum \quad = 0{,}0003$

Harga rata-rata :

$$(\bar{\quad}) = \frac{180{,}61}{12} = \ 15{,}05 \text{ kHz}$$

Sehingga harga standar devisiasi (σ) didapat sebesar :

$$\Delta \quad = \frac{\overline{\qquad}}{\qquad - 1}$$

$$\Delta = \overline{\frac{0{,}0003}{12-1}}$$

$$\Delta = 0{,}00522 \text{ kHz}$$

Jadi hasil pengukuran adalah :

$$\pm\Delta = 15{,}05 \pm 0{,}00522 \text{ kHz}$$

Probabilitas kesalahan $= 0{,}6745 \quad \Delta$

$$= 0{,}6745 \quad 0{,}00522$$

$$= 3{,}52 \quad 10$$

Error (%) :

$$\frac{\Delta}{} \quad 100\% = \frac{0{,}00522}{15.05} \quad 100\%$$

$$= 0{,}034\%$$

- **Analisa Pengukuran :**

Pada prinsipnya keluaran sinyal clock dari PN hampir menyerupai sinyal keluaran dari PRG dan Berdasarkan hasil perhitungan kestabilan frekuensi clock, maka dapat dinyatakan bahwa tingkat kestabilannya mendekati nilai yang sudah ditentukan yaitu 15 Khz dan hasil perhitungan kesalahannya sebesar 0,034%.

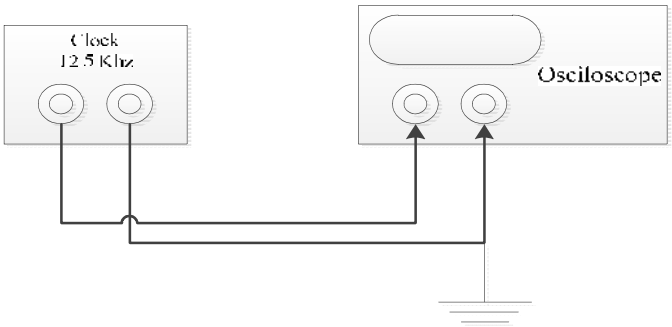
4.3 Pengukuran Rangkaian *Clok* Pada Kanal-2

Pengukuran kanal-2 hampir sama seperti pada pengukuran kanal sebelumnya, yang membedakannya adalah pada kanal-1 sinyal pembawa *Pseudo Random Generator* 15 kHz dan sinyal pembawa pada *Pseudo Noise* 15 kHz Sedangkan pada kanal-2 sinyal pembawa pada *Pseudo Random Generator* 12,5 kHz dan

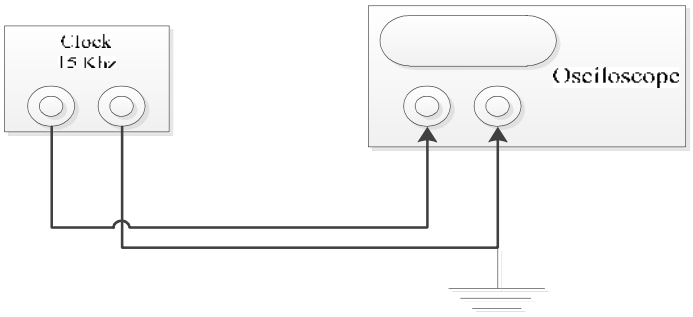
sinyalpembawa pada *Pseudo Noise* 15 kHZ. Hal ini agar membedakan unjuk kerja masing-masing pada kanal-1 maupun kanal-2.

4.3.1 Pengukuran Rangkaian *Clock*

Pengukuran *clock* ini tujuannya adalah untuk menghasilkan nilai keluaran frekuensi dari rangkaian clock sebesar 12,5 kHz yang digunakan sebagai pembangkit pada rangkaian *Pseudo random Generator (*PRG*)* dan 15 kHz pada rangkaian *Pseudo Noise (*PN*)*. Sebelum menganalisa sinyal hasil pengukuran, terlebih dahulu melakukan *Set up* pengukuran sebagai berikut :



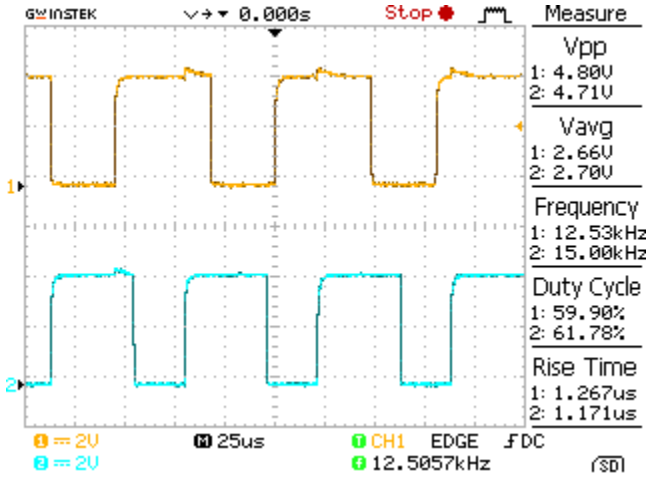
(a)



(b)

Gambar 4.5 *Set up* Pengukuran *Clock* Menggunakan *Osciloscope*

Dari *Set up* pengukuran tersebut didapatkan suatu bentuk sinyal keluaran dari rangkaian clock yang terlihat seperti pada gambar 4.2 dan juga didapatkan suatu bentuk kestabilan frekuensi yang tersusun dalam sebuah table frekuensi dimana analisa kestabilannya diambil berdasarkan pada perbandingan beberapa kali percobaan dalam selang waktu 5 menit pada satu percobaan. Adapun hasil dari percobaan dapat dilihat pada table 4.1.



Gambar 4.6 Hasil Keluaran Rangkaian *clock* Pada CH1 *Pseudo Random Generator* (PRG) dan CH2 *Pseudo Noise* (PN)

Tabel 4.4 kestabilan frekuensi *clock* kanal-2

No	T (Waktu)	Frekuensi (kHz)	
		Pseudo random Generator	*Pseudo Noise*
1	0 – 5 menit	12,53 kHz	15,00 kHz
2	5 – 10 menit	12,53 kHz	15,00 kHz
3	10 – 15 menit	12,53 kHz	15,00 kHz
4	15 – 20 menit	12,52 kHz	14,99 kHz

5	20 – 25 menit	12,52 kHz	14,99 kHz
6	25 – 30 menit	12,53 kHz	15,00 kHz
7	30 – 35 menit	12,52 kHz	15,00 kHz
8	35 – 40 menit	12,52 kHz	15,00 kHz
9	40 – 45 menit	12,53 kHz	14,99 kHz
10	45 – 50 menit	12,53 kHz	15,00 kHz
11	50 – 55 menit	12,52 kHz	14,99 kHz
12	55 – 60 menit	12,52 kHz	14,99 kHz
∑		*f*=150,3 kHz	*f*=179,95 kHz

Dari tabel diatas dapat dicari nilai rata-rata dari clock sebesar 15 kHz yaitu :

- Nilai rata-rata clock *Pseudo Random Generatore* (PRG)

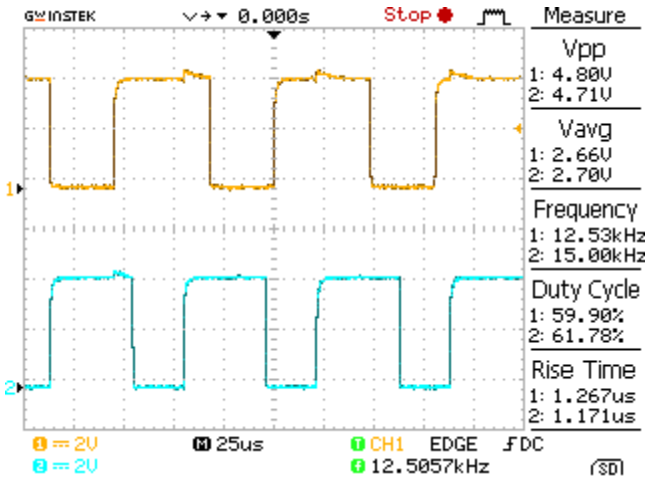
$$\bar{} = \frac{150{,}3}{12} = 12{,}525 \text{ kHz}$$

- Nilai rata-rata clock *Pseudo Noise* (PN)

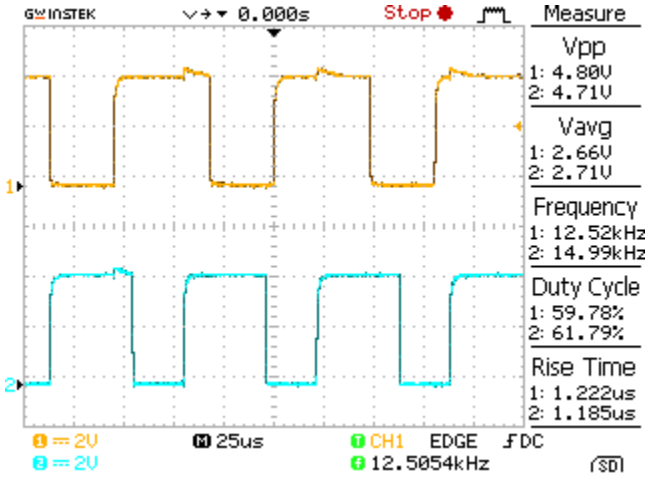
$$\bar{} = \frac{179{,}95}{12} = 14{,}99 \text{ kHz}$$

4.3.2 Pengukuran Kestabilan frekuensi clock PRG

Dari tabel sebelumnya dapat dihitung nilai probabilitas kesalahan dan devisiasi data keseluruhan pengukuran sebagai berikut. Sebelum menganalisa probabilitas kesalahan dapat dilihat sinyal keluaran pada gambar 4.3 sebagai perbandingan pada perubahan setiap selang waktu 5 menit pada saat percobaan.



(a)



(b)

Gambar 4.7 CH1 Menunjukan Persentase Kesalahan Pengukuran *Clock* 12,5 kHz Pada *Pseudo Random Generator (PRG)*

Tabel 4.5 Persentase kesalahan pengukuran clock 12,55 Khz

No	Frekuensi (kHz)	= (− ¯)	
1	12,53 kHz	0,005	0,000025

2	12,53 kHz	0,005	0,000025
3	12,53 kHz	0,005	0,000025
4	12,52 kHz	-0,005	0,000025
5	12,52 kHz	-0,005	0,000025
6	12,53 kHz	0,005	0,000025
7	12,53 kHz	0,005	0,000025
8	12,52 kHz	-0,005	0,000025
9	12,53 kHz	0,005	0,000025
10	12,53 kHz	0,005	0,000025
11	12,52 kHz	-0,005	0,000025
12	12,52 kHz	-0,005	0,000025
	f=150,3 kHz	$\sum = 0{,}01$	$\sum = 0{,}0003$

Harga rata-rata :

$$(\bar{\ }) = \frac{150{,}3}{12} = 12{,}525 \text{ kHz}$$

Sehingga harga standar devisiasi (σ) didapat sebesar :

$$\Delta = \frac{\overline{\quad}}{\quad - 1}$$

$$\Delta = \frac{\overline{0{,}0003}}{12 - 1}$$

$$\Delta = 0{,}00522 \text{ kHz}$$

Jadi harga frekuensi hasil pengukuran adalah:

$\pm \Delta = 12{,}525 \pm 0{,}00522$ kHz

Probabilitas kesalahan $= 0{,}6745 \quad \Delta$

$= 0{,}6745 \quad 0{,}00522$

$= 0{,}00352$

Error (%) =

$\frac{\Delta}{} \quad 100\% = \frac{0{,}00522}{12{,}525} \quad 100\%$

$= 0{,}041\%$

Clock rate = 2 x Frekuensi

= 2 x 12500 = 25 Kbps

Jadi kecepatan data :

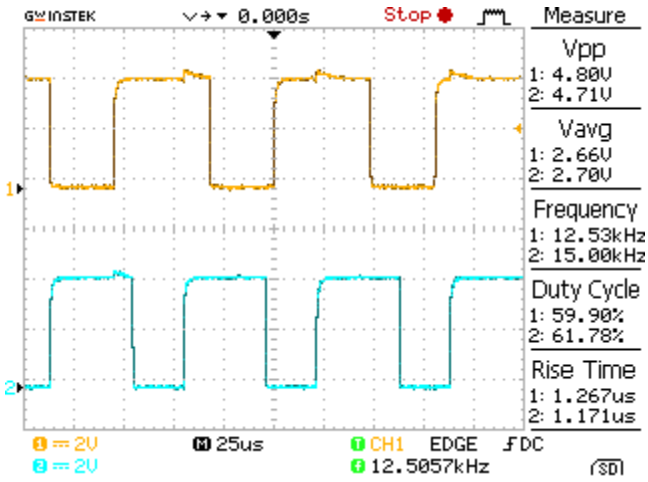
$\frac{}{2} = \frac{25000}{2} = 12{,}5$ Kbps

- **Analisa Pengukuran :**

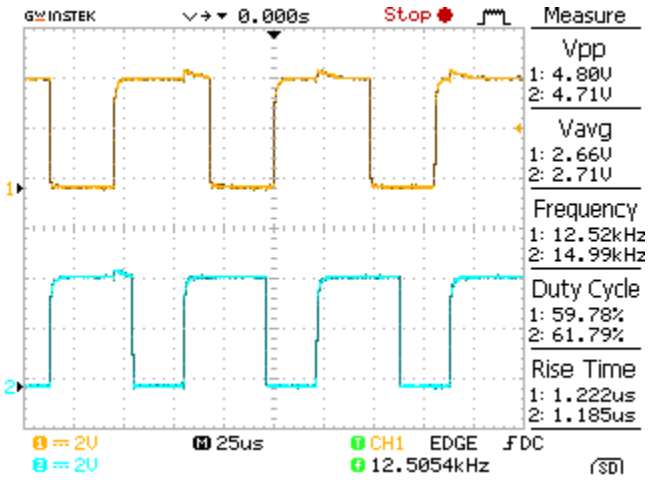
Berdasarkan hasil perhitungan kestabilan frekuensi clock pada rangkaian PRG, maka dapat dinyatakan bahwa tingkat kestabilannya mendekati nilai yang telah ditentukan atau nilai yang sebenarnya yaitu 12,5 kHz dan hasil perhitungan kesalahannya sebesar 0,041%.

4.3.3 Pengukuran Kestabilan Frekuensi *Clock* PN

Dari tabel sebelumnya dapat dihitung nilai probabilitas kesalahan dan devisiasi data keseluruhan pengukuran sebagai berikut.



(a)



(b)

Gambar 4.8 CH2 Menunjukan Persentase kesalahan Pengukuran *Clock* 15 kHz pada *Pseudo Noise (*PN*)*

Tabel 4.6 persentase kesalahan pengukuran clock 15 kHz

No	Frekuensi (kHz)	= (− ¯)	
1	15,00 kHz	0,01	0,0001
2	15,00 kHz	0,01	0,0001

3	15,00 kHz	0,01	0,0001
4	14,99 kHz	0	0
5	14,99 kHz	0	0
6	15,00 kHz	0,01	0,0001
7	15,00 kHz	0,01	0,0001
8	15,00 kHz	0.01	0,0001
9	14,99 kHz	0	0
10	15,00 kHz	0,01	0,0001
11	14,99 kHz	0	0
12	14,99 kHz	0	0
	f=179,95 kHz	$\sum = 0{,}07$	$\sum = 0{,}0007$

Harga rata-rata :

$$(\bar{\ }) = \frac{179{,}95}{12} = 14{,}99 \text{ kHz}$$

Sehingga harga standar devisiasi (σ) didapat sebesar :

$$\Delta = \frac{\overline{\quad}}{\overline{\quad} - 1}$$

$$\Delta = \frac{\overline{0{,}0007}}{12 - 1}$$

$$\Delta = 0{,}00798 \text{ kHz}$$

Jadi hasil pengukuran adalah :

$$\pm \Delta = 14{,}99 \pm 0{,}00798 \text{ kHz}$$

Probabilitas kesalahan $= 0{,}6745 \quad \Delta$

$= 0{,}6745 \quad 0{,}00798$

$= 0{,}00538$

Error (%) :

$\frac{\Delta}{} \quad 100\% = \frac{0{,}00798}{14{,}99} \quad 100\%$

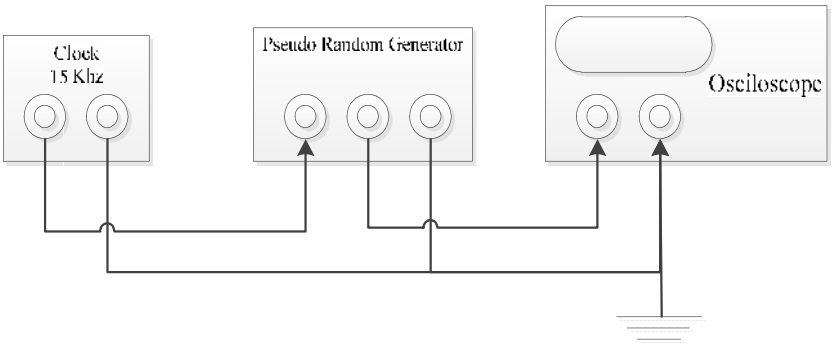
$= 0{,}053\%$

- **Analisa Pengukuran :**

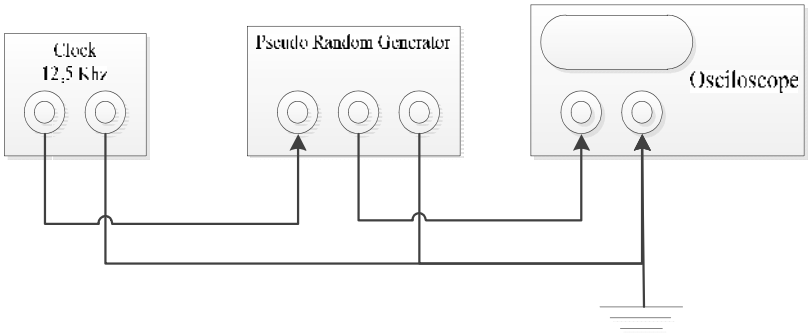
Pada prinsipnya keluaran sinyal clock dari PN hamper menyerupai sinyal keluaran dari PRG dan Berdasarkan hasil perhitungan kestabilan frekuensi clock, maka dapat dinyatakan bahwa tingkat kestabilannya mendekati nilai sebenarnya yaitu 15 Khz dan hasil perhitungan kesalahannya sebesar $0{,}053\%$.

4.4 Pengukuran Rangkaian *Pseudo random Generator* (PRG)

Pengukuran *Pseudo Random Generator* (PRG) tujuannya adalah untuk menganalisa suatu deret biner semu (acak) yang akan digunakan sebagai data masukan bagi *transmitter* CDMA. Bentuk sinyal keluarannya kemudian dapat dianalisa mengenai laju data acak yang dipengaruhi oleh konfigurasi rangkaian register didalamnya. Adapun *set up* pengukurannya seperti yang ditunjukan pada gambar berikut ini yang terbagi menjadi 2 bagian yaitu *set up* Untuk kanal-1 dan *set up* untuk kanal-2.



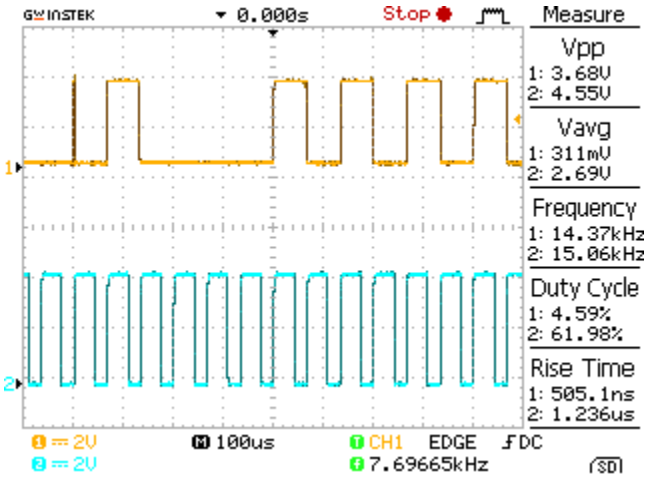
(a)



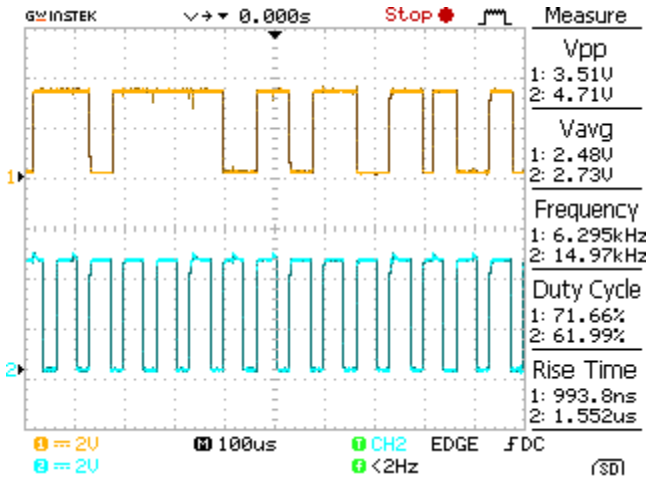
(b)

Gambar 4.9 Set-up Pengukuran *Pseudo random generator* Menggunakan *Osciloscope* : (a) kanal-1. (b) kanal-2

Dari hasil pengukuran didapatkan sinyal keluaran sebagai berikut:



(a)



(b)

Gambar 4.10 Sinyal Keluaran *Pseudo Random Generator* (PRG) :

(a) kanal-1. (b) kanal-2

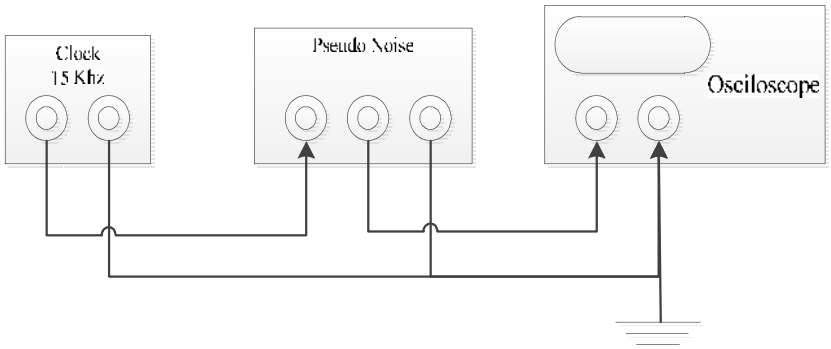
- **Analisa pengukuran :**

Data acak keluaran dari rangkaian PRG ini akan dijadikan data masukan bagi *transmitter* CDMA, dimana karakter dan format acaknya sebagai gambaran yang biasa dibangkitkan oleh suatu sumber data asli seperti computer dan lain-lain. Format data biner acak 0 dan 1 seperti gambar diatas dapat meimbulkan perubahan durasi waktu setiap saat yang secara tidak langsung mempengaruhi perubahan frekuensi dan laju data sinyal PRG ini. Hal ini dapat dilihat dari nilai frekuensi yang ditampilkan pada tabel diatas.

Pada gambar kanal-2 terlihat bahwa frekuensi yang diukur adalah sebesar 6,295 kHz. Ini menunjukan bahwa ada perubahan nilai laju data dan frekuensi tetapi masih dalam *range* frekuensi 12,5 kHz.

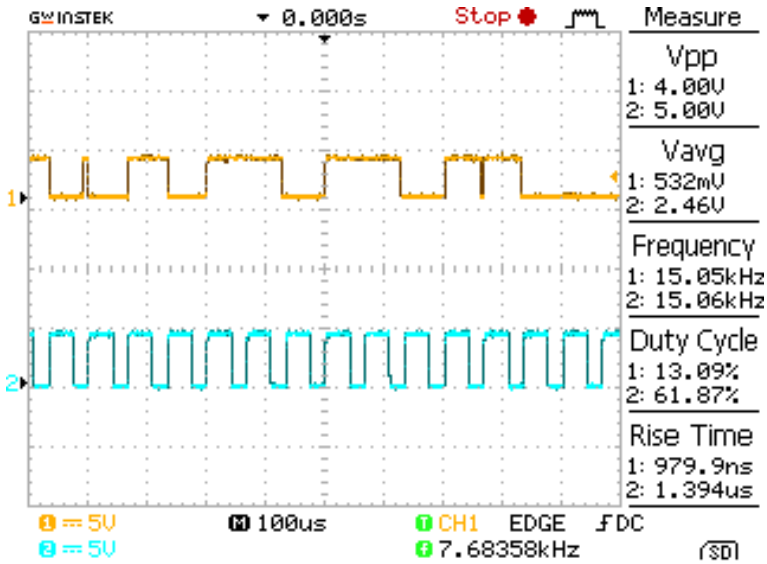
4.5 Pengukuran Rangkaian *Pseudo Noise* (PN)

Pengukuran *Pseudo Noise* (PN) ini tujuannya adalah untuk menghasilkan sinyal keluaran berupa sinyal digital acak yang dibangkitkan oleh rangkaian *clock* dengan frekuensi pada kanal-1 sebesar 15 kHz dan pada kanal-2 sebesar 15kHz. Adapun set-up pengukurannya seperti yang ditunjukan pada gambar berikut ini.

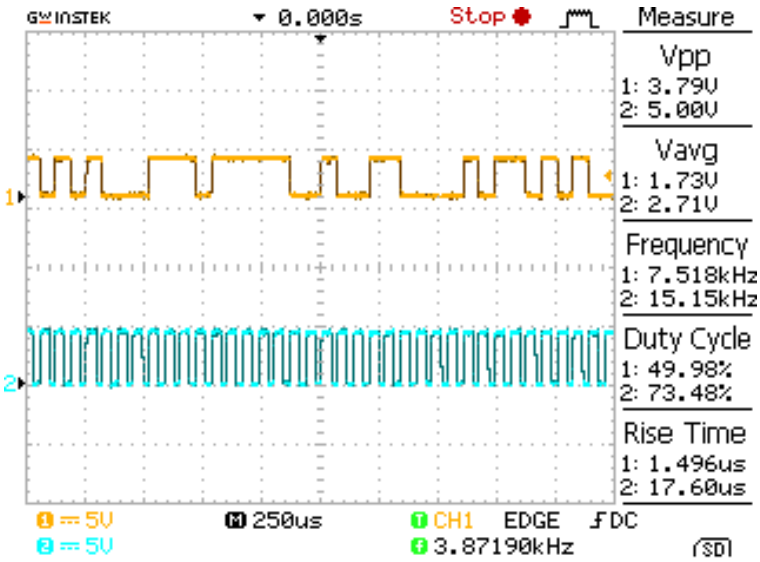


Gambar 4.11 Set-up Pengukuran *Pseudo Noise* Menggunakan *Oscilloscope*

Dari Set-up pengukuran tersebut didapatkan suatu bentuk sinyal keluaran dari rangkaian *Pseudo Noise* (PN) yang terlihat seperti pada gambar 4.5.



(a)



(b)

Gambar 4.12 Sinyal Keluaran *Pseudo Noise* (PN) : (a) Kanal-1. (b) kanal-2

- **Analisa Pengukuran :**

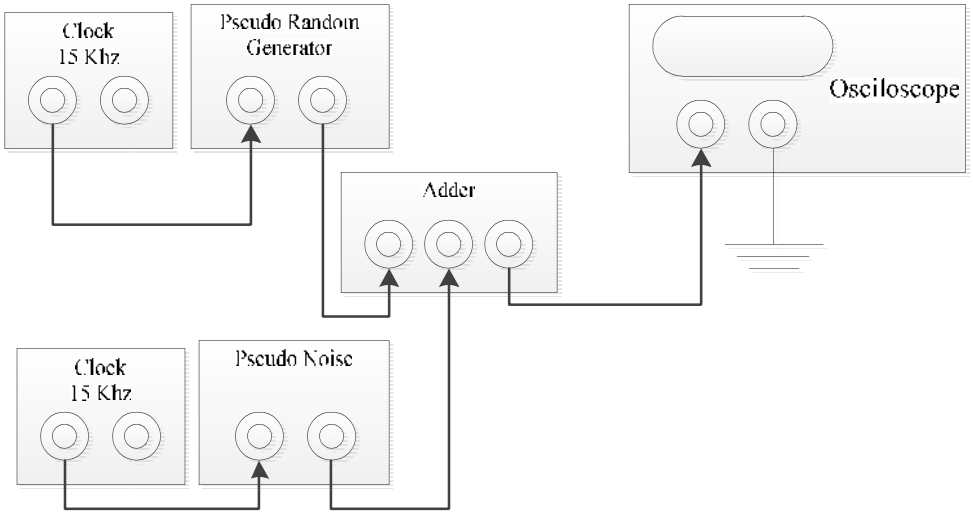
Bentuk sinyal diatas merupakan hasil penggabungan antara rangkaian *clock* dengan PN. Gelombang sinyal tersebut adalah sebagai deretan sinyal acak dalam tampilan mirip dengan *Noise* yang digunakan untuk data informasi pada suatu pita transmisi dengan tingkat kelajuan data tertentu dengan *range* frekuensi antara 0 Hz sampai dengan 15 kHz.

Seperti pada gambar sebelumnya gambar kanal-2 terlihat bahwa frekuensi yang diukur adalah sebesar 7,518 kHz. Ini menunjukan bahwa ada perubahan nilai laju data dan frekuensi tetapi masih dalam *range* frekuensi 15 kHz.

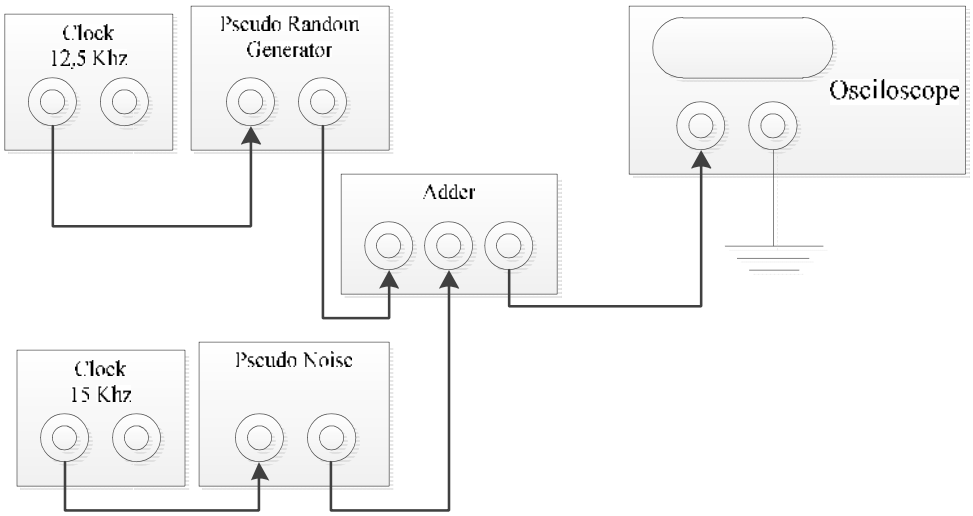
4.6 Pengukuran Rangkaian *Adder*

Pengukuran ini merupakan pengukuran sinyal biner hasil keluaran dari *Pseudo Random Generator* (PRG) dan *Pseudo Noise* (PN) sehingga didapatkan penyebaran

data informasi, dimana *adder* ini berfungsi sebagai rangkaian penjumlah antara keluaran PRG dan PN. Adapun set-up pengukurannya seperti yang ditunjukan pada gambar berikut ini.



(a)

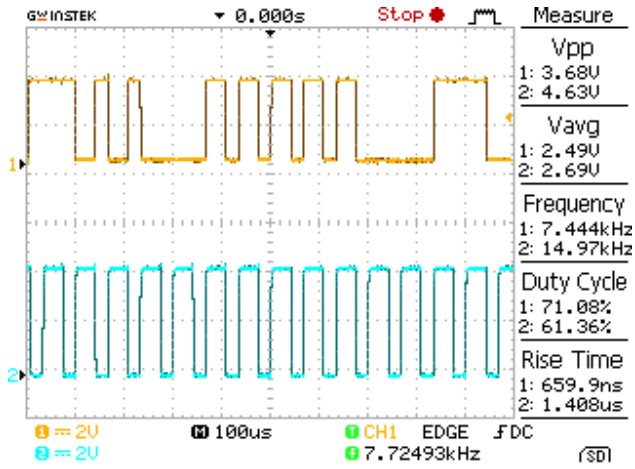


(b)

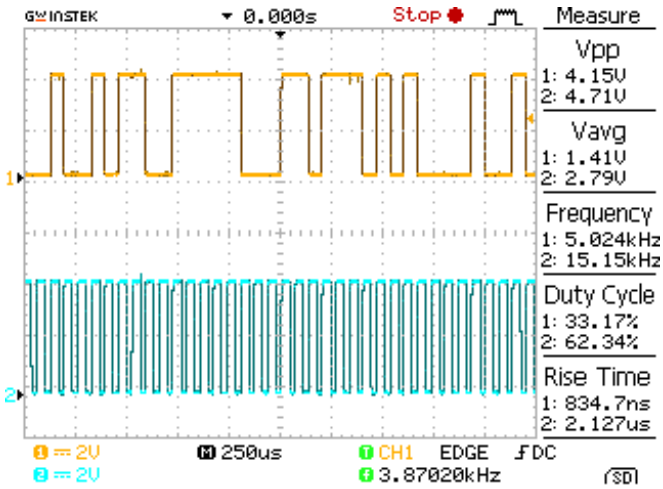
Gambar 4.13 Set-up Pengukuran *Adder* Menggunakan *Oscilloscope :*

(a) Kanal-1. (b) kanal-2

Dari hasil pengukuran didapatkan sinyal keluaran sebagai berikut:



(a)



(b)

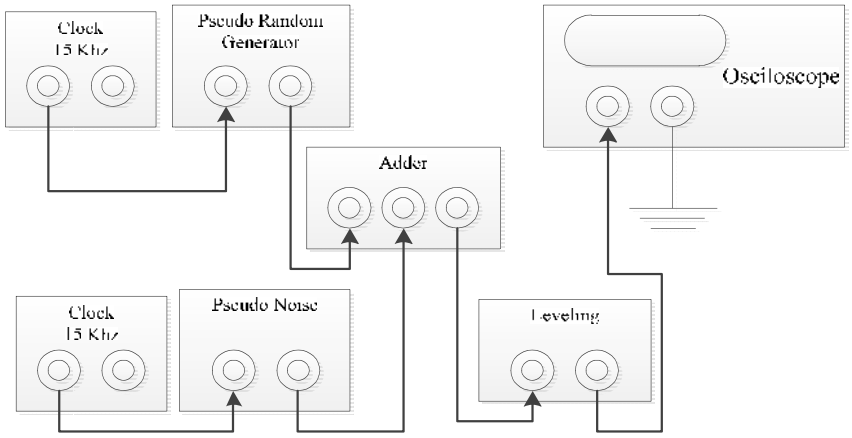
Gambar 4.14 Sinyal Keluaran *Adder* : (a)Kanal-1. (b) kanal-2

- **Analisa Pengukuran :**

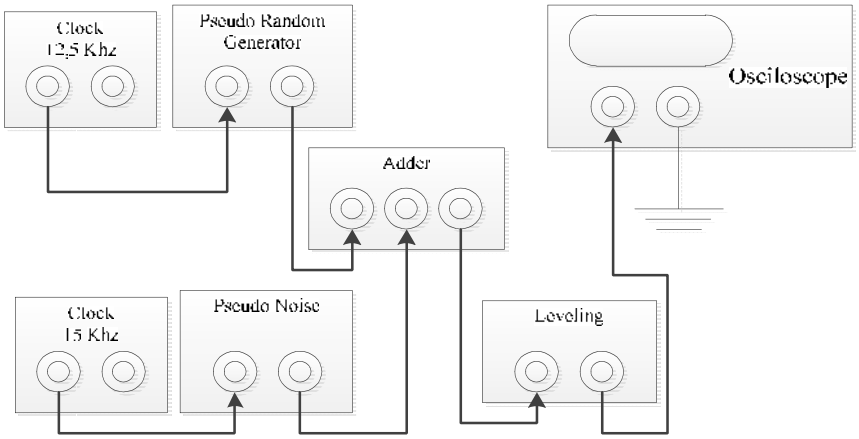
Pencampuran atau penjumlahan Rangkaian PRG dan PN melalui rangkaian *adder* ini tujuannya yaitu untuk menyesuaikan karakter penyebaran data masukan sehingga dapat memudahkan modulator dalam memproses 2 data acak yang memiliki karakter yang berbeda.

4.7 Pengukuran Rangkaian *Leveling*

Pengukuran leveling tujuannya agar sinyal hasil keluaran dari *adder* dapat dimodulasi oleh sebuah modulator BPSK, maka sinyal hasil penyebaran (*Spreading*) ini dikodekan ke dalam bentuk polar (NRZ). Adapun set-up pengukurannya seperti yang ditunjukan pada gambar berikut ini.



(a)

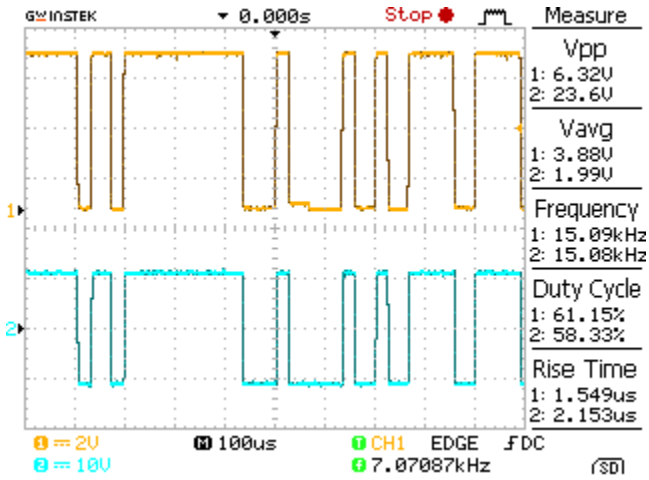


(b)

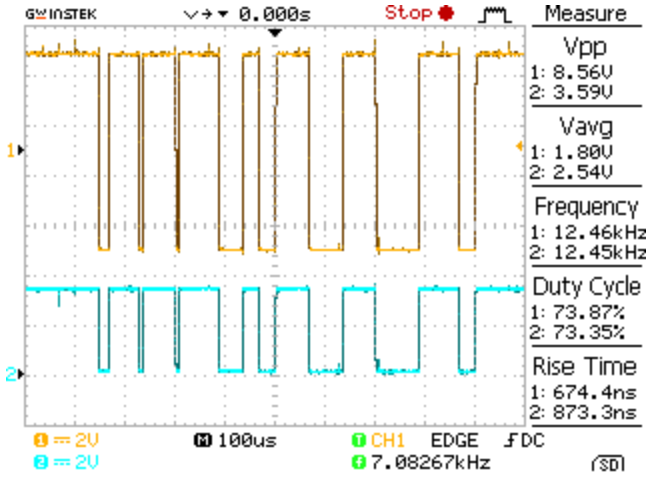
Gambar 4.15 Set-up Pengukuran *Leveling* Menggunakan *Oscilloscope* :

(a) Kanal-1. (b) kanal-2

Dari hasil pengukuran didapatkan sinyal keluaran sebagai berikut.



(a)



(b)

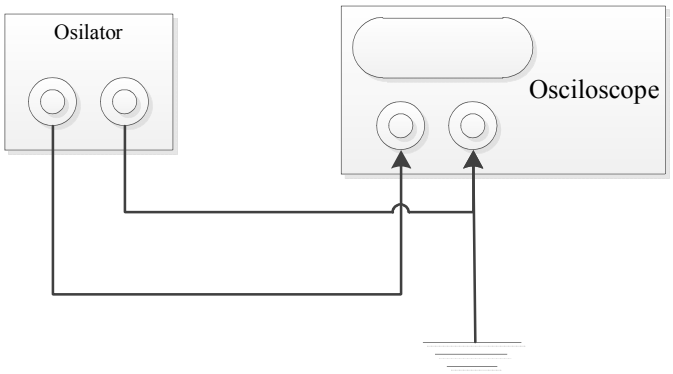
Gambar 4.16 Sinyal Keluaran *Leveling* Pada *Oscilloscope* : (a) kanal-1 (b) Kanal-2

- **Analisa pengukuran :**

Salah satu cara untuk membangkitkan sinyal keluaran modulasi BPSK yaitu mengubah data acak masukan ke bentuk data polar (NRZ) sebelum dimodulasi oleh sebuah sinyal pembawa (*carrier*) didalam sistem modulasi. Hal ini bisa dilihat pada gambar diatas.

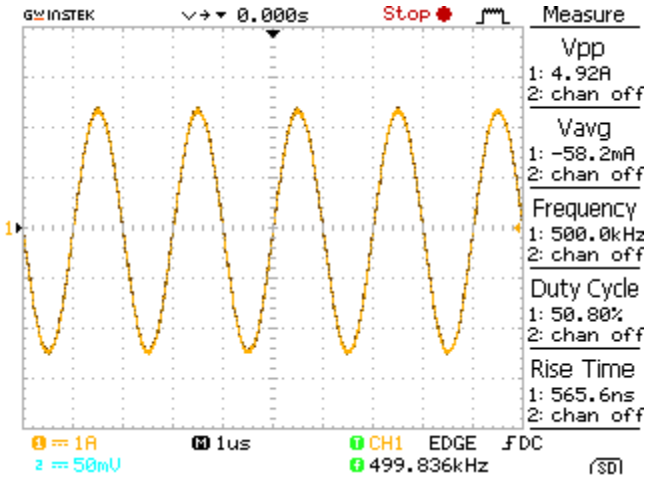
4.8 Pengukuran Rangkaian Osilator

Osilator merupakan sebuah rangkaian pembawa yang berfungsi untuk menghasilkan nilai keluaran frekuensi (sinusoidal) dari rangkaian osilator sebesar 500 kHz yang digunakan sebagai frekuensi pembawa. Sebelum menganalisa sinyal hasil pengukuran, terlebih dahulu melakukan *set up* pengukuran sebagai berikut.



Gambar 4.17 Set up Pengukuran *Osilator* Menggunakan *Oscilloscope*

Frekuensi yang digunakan pada osilator ini adalah 500 kHz, sesuai dengan batasan masalah pada bab sebelumnya. Hasil sinyal keluaran pada osilator dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.18 Sinyal Keluaran Rangkaian Osilator pada *Oscilloscope*

Dari gambar diatas terlihat bahwa keluaran dari osilator mempunyai frekuensi 500 kHz dan sinyalnya berbentuk sinusoidal yang akan dijadikan sinyal pembawa pada *balanced* modulator. Frekuensi keluaran osilator ini berubah-ubah dalam hitungan detik namun perubahannya tidak terlalu jauh, hal ini dapat dilihat pada pengamatan tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Kestabilan Osilator

No	T (Waktu)	Frekuensi (kHz)
1	0 – 5 menit	500,02
2	5 – 10 menit	500,05
3	10 – 15 menit	501,03
4	15 – 20 menit	501,08
5	20 – 25 menit	500,06
6	25 – 30 menit	499,95
7	30 – 35 menit	500,09
8	35 – 40 menit	500,02
9	40 – 45 menit	500,02
10	45 – 50 menit	499,99
11	50 – 55 menit	500,07
12	55 – 60 menit	500,05
		$\sum = 6002{,}43$

Harga rata-rata :

$$(\bar{\ }) = \frac{6002{,}43}{12} = 500{,}20 \text{ kHz}$$

Tabel 4.8 persentase kesalahan pengukuran Osilator

No	Frekuensi (kHz)	$= (\ - \bar{\ })$	
1	500,02	-0,18	0,0324
2	500,05	-0,15	0,0225
3	501,03	0,83	0,6889
4	501,08	0,88	0,7744
5	500,06	-0,14	0,0196
6	499,95	-0.25	0,0625
7	500,09	-0,11	0,0121
8	500,02	-0.18	0,0324
9	500,02	-0.18	0,0324
10	499,99	-0,21	0,0441
11	500,07	-0,13	0,0169
12	500,05	0,15	0,0225
	$\sum = 6002{,}43$	$\sum = 0{,}33$	$\sum = 1{,}7607$

Sehingga harga standar devisiasi (σ) didapat sebesar :

$$\Delta = \frac{\overline{\qquad}}{\qquad - 1}$$

$$\Delta = \overline{\frac{1{,}7607}{12-1}}$$

$$\Delta = 0{,}4 \text{ kHz}$$

Jadi hasil pengukuran adalah :

$$\pm\Delta = 500{,}20 \pm 0{,}4 \text{ kHz}$$

Probabilitas kesalahan $= 0{,}6745 \quad \Delta$

$$= 0{,}6745 \quad 0{,}4$$

$$= 0{,}2698$$

Error (%) :

$$\frac{\Delta}{} \quad 100\% = \frac{0{,}4}{500{,}20} \quad 100\%$$

$$= 0{,}079\%$$

Dari hasil pengukuran tingkat kesalahan pengukuran frekuensi, maka didapatkan hasil pengukurannya sebesar 0.079%.

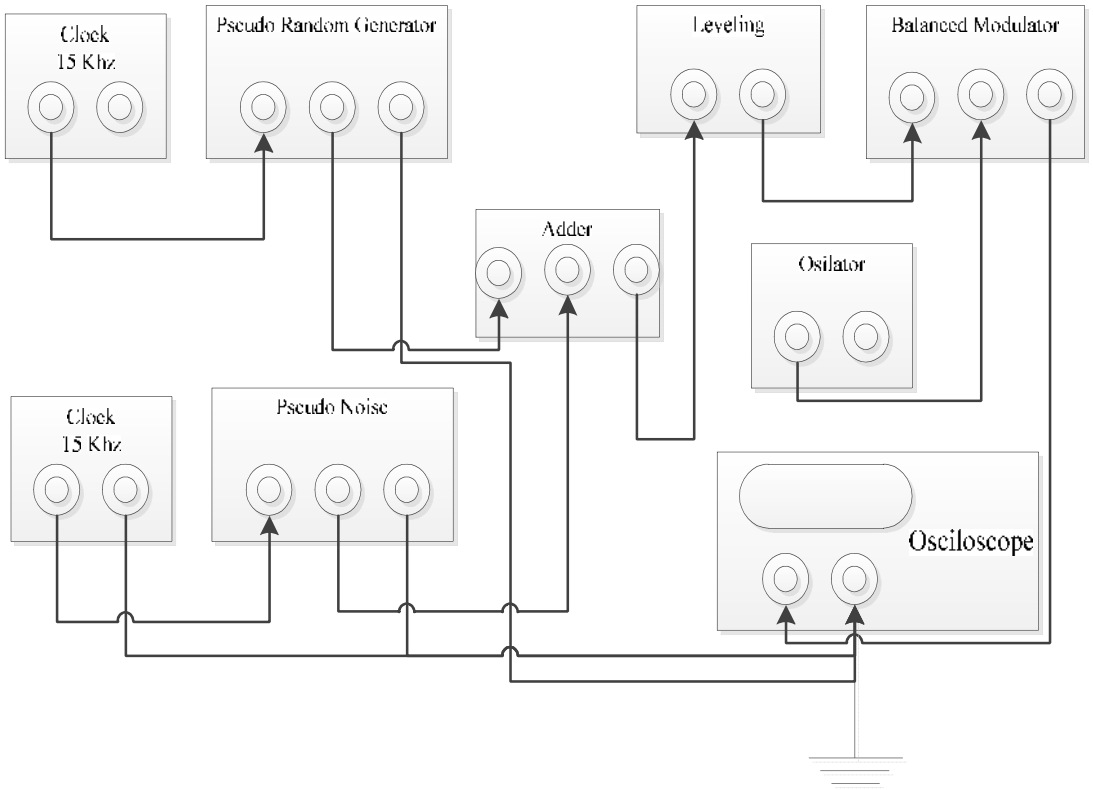
- **Analisa Pengukuran :**

Sinyal yang dihasilkan oleh osilator berbentuk sinusoidal, ini menunjukan bahwa osilator yang didapat dari pengukuran adalah 500,1 kHz. Apabila ada Terjadinya perubahan nilai frekuensi ini merupakan gambaran dari adanya pengaruh-pengaruh baik dari dalam maupun dari luar. Pengaruh-pengaruh ini dapat berupa pengaruh cuaca, teknik perancangan rangkaian atau adanya selisih komponen yang dihitung berdasarkan hasil perancangan dengan nilai (polaritas) komponen dipasaran.

4.9 Pengukuran Balanced Modulator

Pengukuran *balanced modulator* tujuannya untuk menghasilkan sinyal yang termodulasi untuk dikirimkan ke penerima (*demodulator*). Untuk melihat hasil dari pencampuran antara *balanced modulator*, Osilator dan juga data pembawa pada modulator yang sebelumnya sudah direalisasikan.

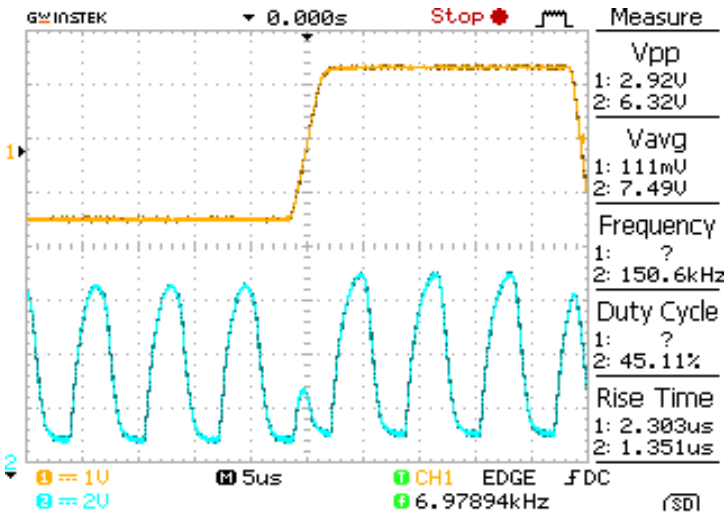
Adapun *set up* pengukurannya seperti yang ditunjukan pada gambar berikut ini.



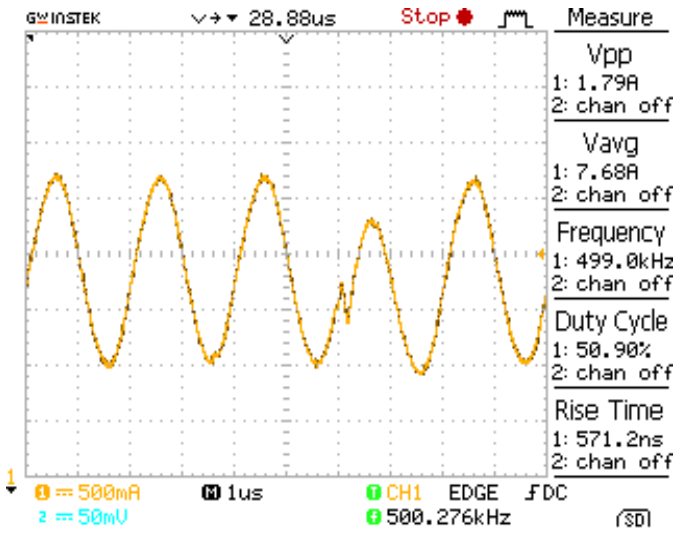
Gambar 4.19 *Set up* Pengukuran Balanced Modulator Pada *Oscilloscope*

Dari hasil penghasilan pengukuran diatas dapat dilihat bahwa output keluaran dari *transmitter* CDMA sesuai dengan prinsip BPSK dimana sinyal keluaran sinyal *carrier* akan sama fasanya dengan *input carrier* dari osilator.

Adapun hasil sinyal keluaran masing-masing kanal pada osilator dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

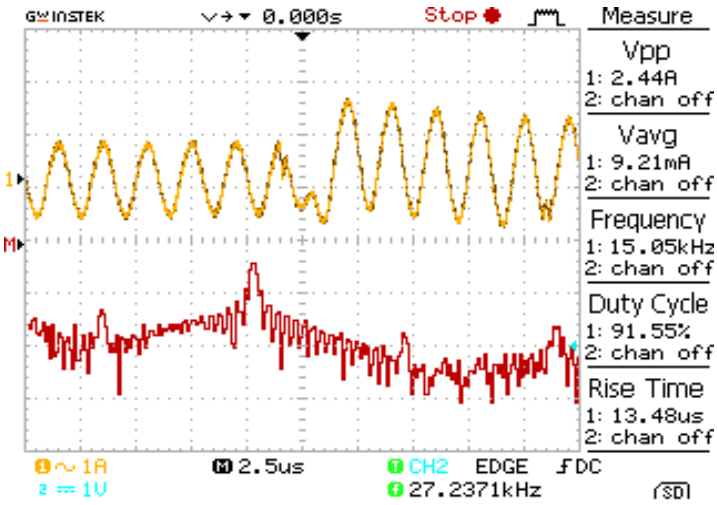


(a)

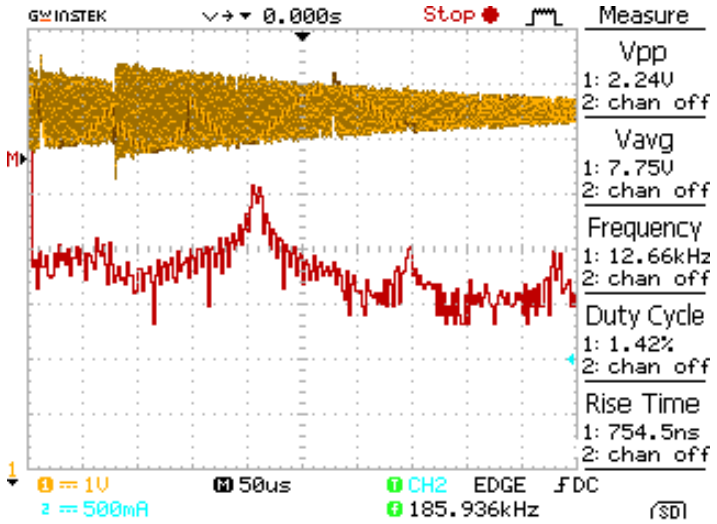


(b)

Gambar 4.20 Sinyal Keluaran Rangkaian Balanced Modulator : (a) Kanal-1 (b) Kanal-(2)



(a)



(b)

Gambar 4.21 Keluaran Spektrum Dan Sinyal Data CDMA (a) kanal-1 (b) kanal-2

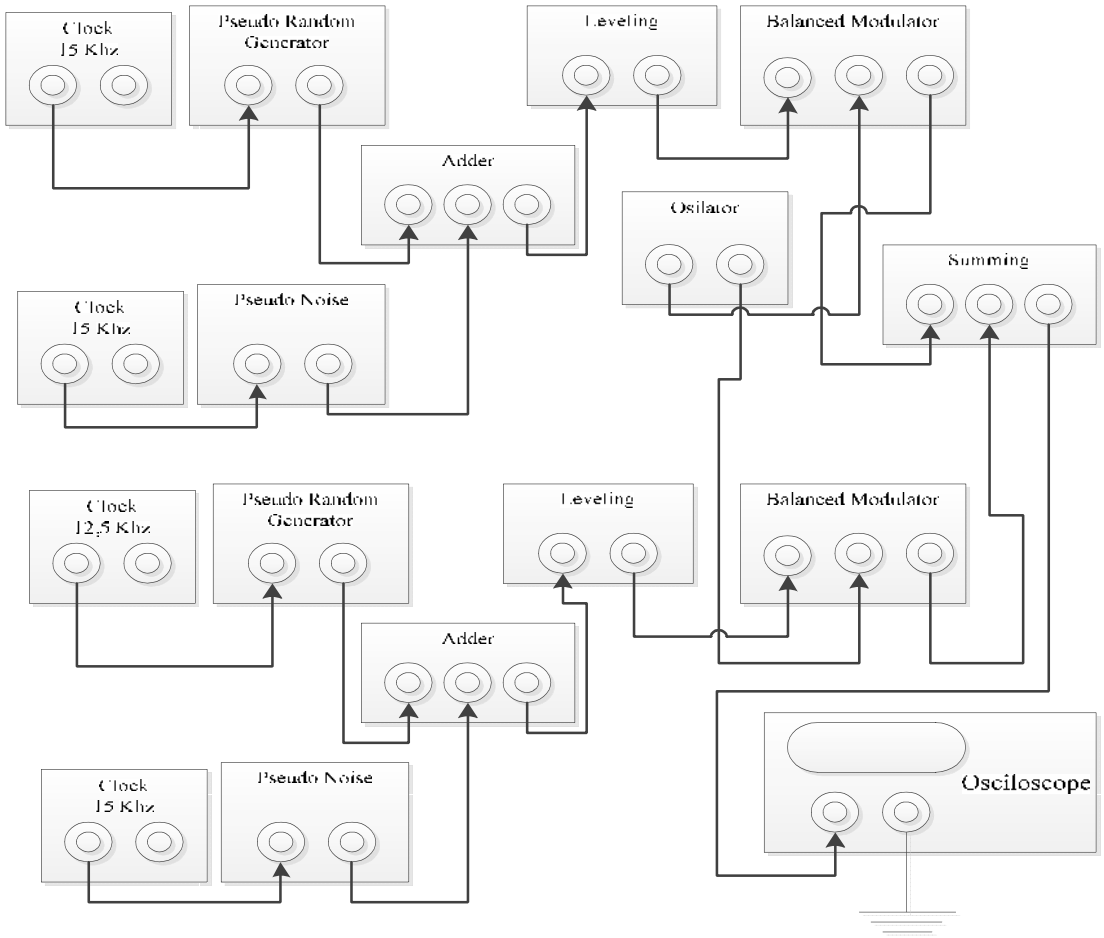
- **Analisa pengukuran :**

Sinyal keluaran dari modulator diatas merupakan sinyal binary fhase shift keying (BPSK). Setiap perubahan nilai biner 0 dan 1, maka pada saat itu pula akan terjadi perubahan phase. Dengan gambar diatas bahwa spektrum akan tersebar disepanjang

frekuensi pembawa 500 kHz dengan rentang yang luas dan hal ini memperhatikan bahwa *bandwdith* akan mengalami peningkatan seiring dengan semakin panjangnya deretan data yang akan disebarkan oleh rangkaian penyebar (*spreader*).

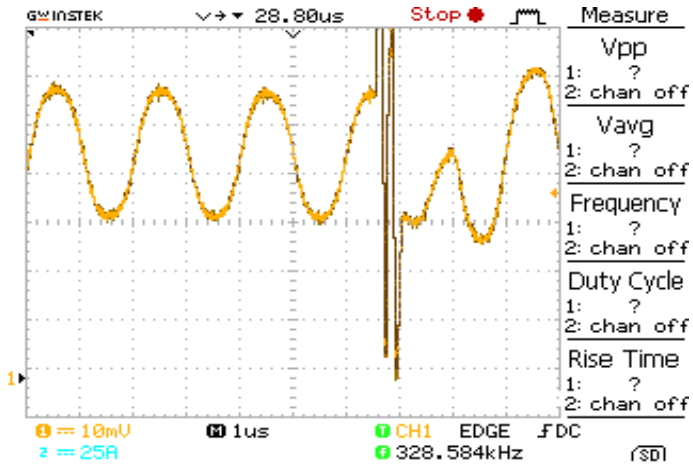
4.10 Pengukuran Rangkaian Summing

Rangkaian ini berfungsi untuk menjumlahkan kedua sinyal *output* pada balanced modulator agar menjadi satu. Adapun *set up* pengukurannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

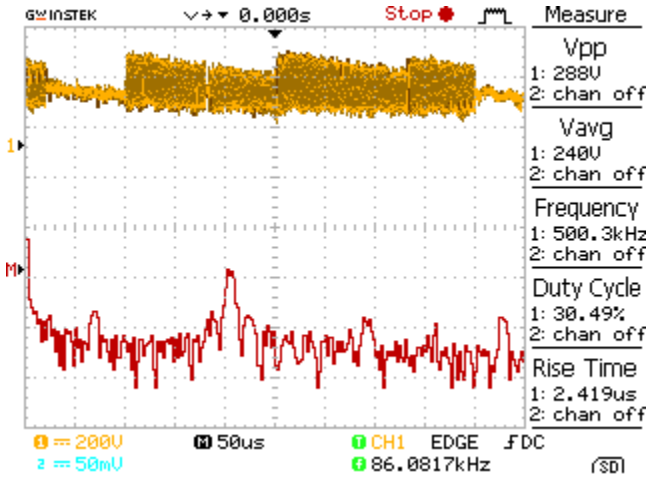


Gambar 4.22 *Set up* Pengukuran Summing Pada *Oscilloscope*

Dari hasil pengukuran didapatkan sinyal keluaran sebagai berikut.



(a)



(b)

Gambar 4.23 Sinyal keluaran Rangkaian Summing Pada *Oscilloscope*

Dari gambar di atas didapat frekuensi *upper* sebesar 515 kHz dan frekeunsi *lower* sebesar 485 kHz. *Bandwidth minimum* dapat diketahui dengan cara frekuensi *upper* dikurangi frekuensi *lower*. Berikut perhitungannya :

- $-1 = 15\ \text{kHz}$

$= 500\ \text{kHz}$

$= 500\ \text{kHz} - 15\text{kHz} = 485\ \text{kHz}$

$= 500\ \text{kHz} + 15\ \text{kHz} = 515\ \text{khz}$

$=$ $-$

$= 515\ \text{kHz} - 485\ \text{kHz} = 30\ \text{kHz}$

Bandwidth minimum telah diketahui, maka dapat dicari *bandwidth* efisiennya

$$\frac{}{} = \frac{30\ \text{kbps}}{30\ \text{kHz}} = 1\ \text{bit/Hz}$$

, dimana data rate adalah

$$\frac{15}{500\ \mu} = 30\ \text{kbps}$$

- $- 2 = 12{,}5\ \text{kHz}$

$= 500\ \text{kHz}$

$= 500\ \text{kHz} - 12{,}5\ \text{kHz} = 487{,}5\ \text{kHz}$

$= 500\ \text{kHz} + 12{,}5\ \text{kHz} = 512{,}5\ \text{khz}$

$=$ $-$

$= 512{,}5\ \text{kHz} - 487{,}5\ \text{kHz} = 25\ \text{kHz}$

Bandwidth minimum telah diketahui, maka dapat dicari *bandwidth* efisiennya

$$\frac{}{} = \frac{25\ \text{kbps}}{25\ \text{kHz}} = 1\ \text{bit/Hz}$$

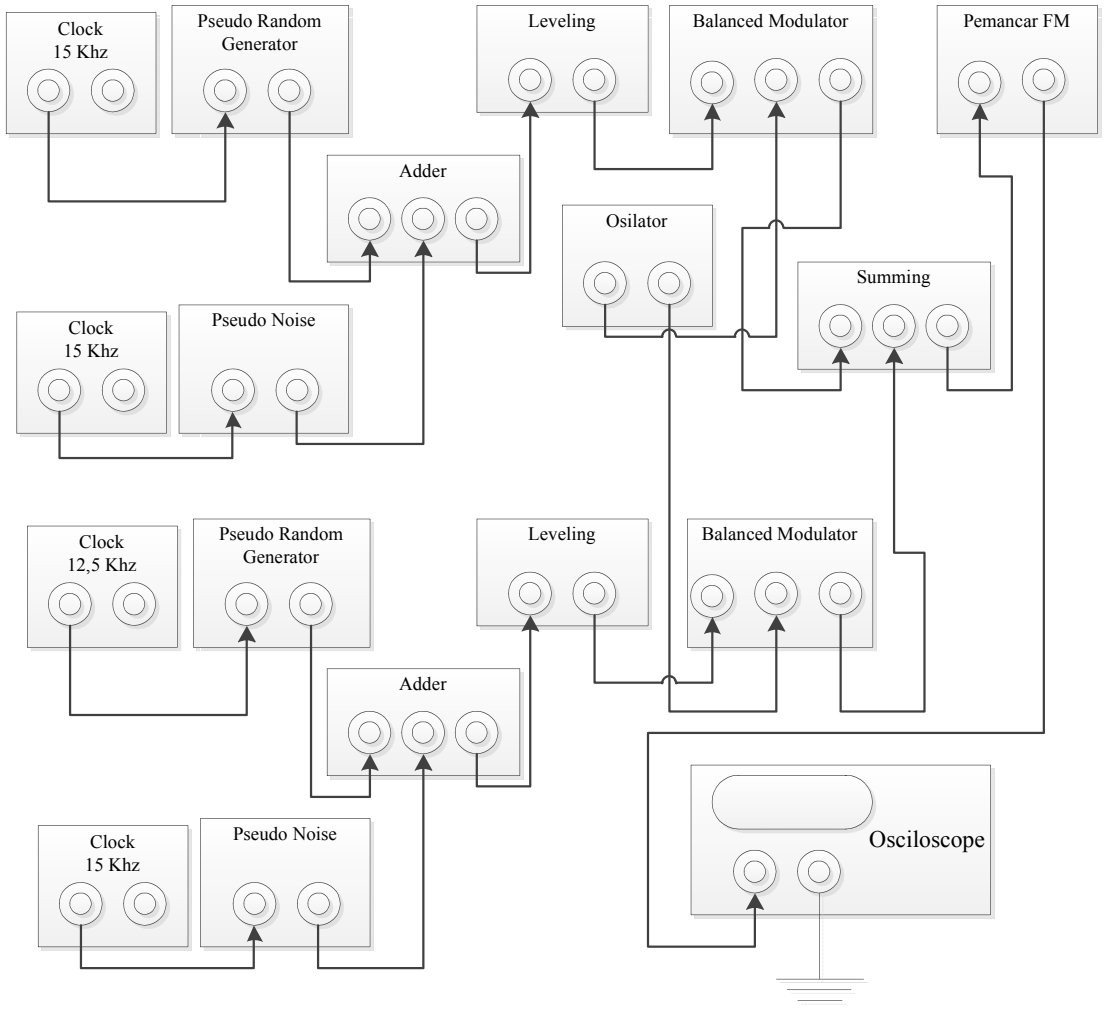
, dimana data rate adalah

$$\frac{12{,}5}{500\ \mu} = 25\ \text{kbps}$$

4.11 Pengukuran Rangkaian Pemancar FM

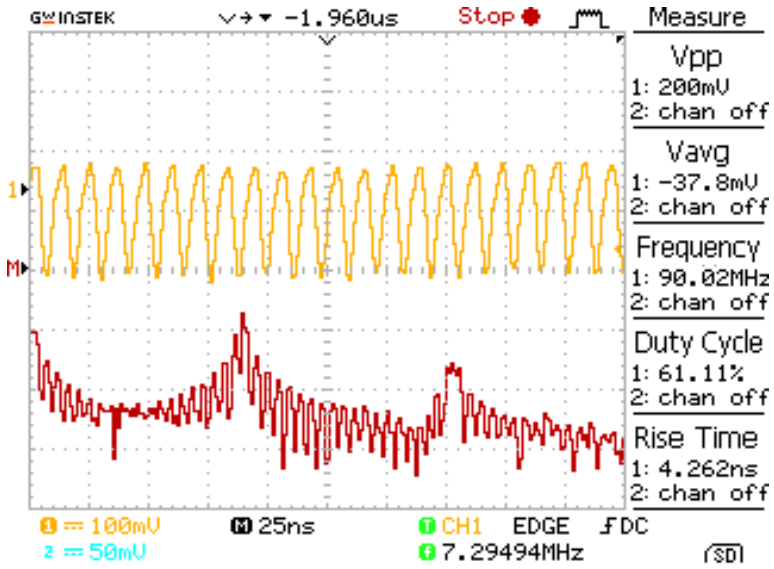
Pengukuran ini tujuannya untuk mentransmisikan data dalam satu sistem blok yang terdapat pada *transmitter* CDMA untuk ditransmisikan lewat udara yang akhirnya data yang dikirim bisa diterima pada rangkaian *receiver* FM.

Adapun set up pengukurannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.24 *Set up* Pengukuran Rangkaian Pemancar FM pada *Oscilloscope*

Adapun hasil spektrum keluaran dari data yang dikirim yang merupakan hasil penjumlahan antara kanal-1 dan kanal-2, yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.25 Hasil Keluaran yang diterima pada Rangkaian Pemancar FM

Pada Gambar diatas terlihat frekuensi yang akan dipancarkan melalui udara lebih besar dibandingkan dengan frekuensi sebelumnya karena untuk menghindari interferensi yang diakibatkan oleh gangguan udara.

Dari gambar di atas didapat frekuensi *upper* sebesar 117,5 MHz dan frekeunsi *lower* sebesar 62,5 MHz. *Bandwidth minimum* dapat diketahui dengan cara frekuensi *upper* dikurangi frekuensi *lower*. Berikut perhitungannya :

- ~~kHZ~~ ~~7,5~~ 27,0 MHZ

$= 90$ MHz

$= 90$ MHz $- 27{,}5$ MHZ $= 62{,}5$ MHz

$= 90$ MHz $+ 27{,}5$ MHZ $= 117{,}5$ MHz

$=$ $-$

$= 117{,}5$ MHz $- 625$ MHz $= 55$ MHz

Bandwidth minimum telah diketahui, maka dapat dicari *bandwidth* efisiennya

$$\frac{\text{55 Mbps}}{\text{55 MHz}} = 1 \text{ bit/Hz}$$

, dimana data rate adalah

$$\frac{27{,}5}{500\ \mu} = 0{,}055 \quad 10 \text{ bps} = 55 \text{ Mbps}$$

- **Analisa Pengukuran**

Berdasarkan gambar 4.25 dapat ditarik suatu pernyataan bahwa keluaran dari rangkaian keseluruhan *Transmitter* CDMA adalah data yang dikirim melalui pemancar FM dengan Media udara harus sama dengan data yang akan diterima pada penerima FM tetapi disini akan terjadi pergeseran waktu kirim dengan waktu data diterima. Biasanya adanya pergeseran waktu ini lebih diakibatkan adanya rugi-rugi transmisi serta rentang jarak komunikasi antara pengirim dengan penerima. Tetapi pada prinsipnya pergeseran waktu kirim dengan yang diterima tidak mengakibatkan kerusakan data secara fatal asalkan data yang dikirm tidak mengalamani perubahan pada saat data tersebut diterima.

Dari gambar spektum diatas bahwa spektrum akan tersebar frekuensi 90 MHz dengan rentang yang luas dan hal ini memperlihatkan bahwa bandwith akan mengalami peningkatan seirirng dengan semakin panjangnya rentetan data yang disebarkan oleh rangkaian penyebar (*spreader*).