

**ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI PUNCAK DOPAN FOSFOR  
DAN KETEBALAN LAPISAN *BACK SURFACE FIELD* PADA SEL  
SURYA SILIKON MONOKRISTAL**

oleh  
Kelvian Tirtakusuma Mularso  
13/348543/TK/40967

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada 5 Juni 2017 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat sarjana S-1 Program Studi Teknik Fisika

**INTISARI**

Rekombinasi pembawa muatan pada bagian belakang sel surya merupakan salah satu penyebab berkurangnya efisiensi sel surya. Penambahan lapisan *back surface field* (BSF) dapat mengurangi rekombinasi permukaan dengan mendorong pembawa muatan minoritas menjauh dari permukaan belakang sel surya. Tetapi, lapisan BSF yang terlalu tebal dan konsentrasi puncak dopan yang tinggi akan menghasilkan rekombinasi *bulk* sehingga justru mengurangi efisiensi. Oleh karena itu, optimasi perlu dilakukan agar didapatkan sel surya dengan kinerja terbaik.

Pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh konsentrasi puncak dopan fosfor dan ketebalan lapisan BSF terhadap parameter keluaran sel surya. Analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak PC1D 5.9. Optimasi dilakukan pada wafer tipe-n dengan konsentrasi puncak dopan  $1,5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  yang memiliki ketebalan  $300 \mu\text{m}$ , lapisan emitter tipe-p dengan konsentrasi puncak dopan  $7,5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , kedalaman *junction*  $1,56 \mu\text{m}$ , pada iluminasi spektrum AM 1,5G dengan intensitas cahaya matahari  $100 \text{ mW/cm}^2$ . Secara umum, penambahan lapisan BSF meningkatkan nilai parameter keluaran.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa efisiensi sel surya dengan penambahan lapisan BSF mengalami peningkatan efisiensi antara  $16,717\% - 18,576\%$ , dari sel surya tanpa penambahan lapisan BSF sebesar  $16,7\%$  pada rentang  $N_{BSF} = 10^{17} \text{ cm}^{-3} - 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  dan  $x_{BSF} < 150 \mu\text{m}$ . Pada daerah desain eksperimen tersebut dihasilkan arus hubung singkat,  $I_{SC}$  pada rentang  $0,0318 \text{ A} - 0,0330 \text{ A}$ , tegangan rangkaian terbuka,  $V_{OC}$  pada rentang  $0,644 \text{ V} - 0,705 \text{ V}$ , dan *fill factor* pada rentang  $0,818 - 0,831$ . Pada nilai  $N_{BSF}$  dan  $x_{BSF}$  yang paling optimum yaitu pada  $N_{BSF} = 5,36 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  dan  $x_{BSF} = 142,6 \mu\text{m}$ , sel surya dengan basis tipe-p dengan penambahan lapisan BSF p+ menghasilkan nilai parameter keluaran yang lebih baik dibandingkan sel surya dengan basis tipe-n dengan penambahan lapisan BSF n+.

**Kata kunci :** *Sel surya silikon monokristal, back surface field, konsentrasi puncak dopan, rekombinasi, PC1D 5.9*

Pembimbing Utama : Ferdiansjah, S.T., M.Eng.Sc.  
Pembimbing Pendamping : Faridah, S.T., M.Sc.

## IMPACT ANALYSIS OF PHOSPHOR DOPANT PEAK CONCENTRATION AND THICKNESS OF BACK SURFACE FIELD LAYER ON MONOCRYSTALLINE SILICON SOLAR CELLS

by

Kelvian Tirtakusuma Mularso

13/348543/TK/40967

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on June 5<sup>th</sup>, 2017  
in partial fulfilment to the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

### ABSTRACT

Recombination of minority carriers at the back of solar cells is one major factor in the loss of efficiency. The back surface field layer added at the back of solar cells pushed away minority carriers from the back of solar cells so it reduced surface recombination. However, it is found that thicker layer of BSF and higher dopant peak concentration increased bulk recombination. As the result it reduced efficiency. Therefore, optimization is needed to get the best solar cells yield.

In this research, analysis of phosphorus dopant peak concentration and thickness of BSF layer to output parameters is measured. PC1D software is used in this analysis. Optimization done using n-type basis silicon wafer which dopant peak concentration is  $1.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  and thickness is  $300 \mu\text{m}$ , also p-type emitter which dopant peak concentration is  $7.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  and  $1.56 \mu\text{m}$  junction depth. The illumination on AM 1.5G under  $100 \text{ mW/cm}^2$  of sunlight intensities. Generally, the addition of BSF layer increased output parameters.

Simulation showed that efficiency of solar cells with BSF layer addition on range of  $N_{BSF} = 10^{17} \text{ cm}^{-3} - 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  and  $x_{BSF} < 150 \mu\text{m}$  reached  $16.717\% - 18.576\%$ , compared to solar cells without BSF layer addition that is  $16.7\%$ . In that design experiment, the solar cells produced short circuit current,  $I_{SC}$  in range  $0.0318 \text{ A} - 0.0330 \text{ A}$ , open circuit voltage,  $V_{OC}$  in range  $0.644 \text{ V} - 0.705 \text{ V}$ , and fill factor in range  $0.818 - 0.831$ . The optimum value of  $N_{BSF}$  and  $x_{BSF}$  are  $5.36 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  and  $142.6 \mu\text{m}$ , respectively. For the specific value of  $N_{BSF}$  and  $x_{BSF}$  aforementioned above, solar cells which is using p-type basis with BSF p+ layer addition produced output parameter better than solar cells which is using n-type basis with BSF n+ layer addition.

**Keywords :** *Monocrystalline silicon solar cell, back surface field, dopant peak concentration, recombination, PC1D 5.9*

Supervisor : Ferdiansjah, S.T., M.Eng.Sc.

Co-Supervisor : Faridah, S.T., M.Sc.