

## SISTEM VITAL SIGN MONITORING SECARA MULTIPOINT MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK ZIGBEE

### MULTIPOINT VITAL SIGN MONITORING SYSTEM USING ZIGBEE WIRELESS SENSOR NETWORK

Ihham Edwian Berliandhy<sup>1</sup>, Achmad Rizal, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Sugondo Hadiyoso, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

[ihham182913@gmail.com](mailto:ihham182913@gmail.com), [ach\\_rizal@yahoo.com](mailto:ach_rizal@yahoo.com), [sugondo@telkomuniversity.ac.id](mailto:sugondo@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Pemantauan *vital sign* tubuh pasien dapat digunakan untuk menentukan tindakan penanganan yang tepat pada pasien. Pemantauan *vital sign* tubuh seorang pasien dilakukan dengan menggunakan perangkat sensor yang terhubung dengan perangkat pemantauan yang berada di kamar pasien. Diperlukan pengawasan dari pihak medis untuk melakukan pengecekan rutin pada kamar pasien untuk mengecek kondisi pasien. Sehingga apabila terdapat pasien yang memerlukan pemantauan berkelanjutan maupun berkala akan membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu perangkat deteksi dan pemantauan *vital sign* pasien jarak jauh yang dapat memberikan informasi secara *real time* agar dapat bertindak lebih cepat dan tepat.

Dalam tugas akhir ini peneliti membuat sebuah *prototype* implementasi sistem *vital sign monitoring* secara *multipoint* menggunakan *wireless sensor network* untuk pemantauan *vital sign* tubuh pasien. Sistem ini menggunakan sebuah perangkat *vital sign monitoring* untuk mengambil data *vital sign* tubuh pasien yang kemudian data tersebut dikirimkan oleh *node coordinator* ke *node end device* untuk ditampilkan pada layar komputer. Alat pendeteksi akan terhubung dengan dua alat pemantauan menggunakan ZigBee.

Hasil penelitian ini menunjukkan sistem *vital sign monitoring* secara *multipoint* menggunakan *wireless sensor network* ZigBee yang dibuat dapat mempermudah proses *vital sign monitoring* tubuh pasien dari jarak jauh menggunakan PC secara nirkabel dengan rata-rata error untuk pengukuran suhu 0,085%, rata-rata error untuk pengukuran tekanan jantung 60,946%, dan rata-rata error untuk mengukur denyut nadi 0,986%. Error disebabkan oleh besar data yang dikirimkan oleh sensor melebihi kemampuan komunikasi ZigBee.

**Kata kunci :** *vital sign monitoring, multipoint, wireless sensor network, ZigBee*

#### Abstact

Vital sign monitoring of patient's body can be used to determine the appropriate treatment measures for patient. Vital sign monitoring of patient's body is done by using a sensor which is connected with monitoring device in patient's room. The necessary supervision of medics to conduct regular checks on the patient's room to check the condition of patient. So if there is patient who require continous and periodic monitoring would require quite a long time. Therefore, it needs a detection and remote patient's vital sign monitoring device that can provide real-time information to be able to act more quickly and precisely.

In this final project the researcher create a *prototype* implementation of *multipoint vital sign monitoring* system using a *wireless sensor network* for patient's vital sign monitoring. The system uses a *vital sign monitoring* device to collect *vital sign* data of patient's body and then the data is sent by the *coordinator node* to the *end device node* to be displayed on the computer screen. The detector will be connected to two monitoring devices using ZigBee.

The results indicate the *multipoint vital sign monitoring* system using ZigBee *wireless sensor network* which was created can simplify the process of *vital sign monitoring* of patient's body from a distance using a PC wirelessly with an average error of temperature measurement is 0,085%, average error of blood pressure measurement is 60,946%, and average error of pulse rate is 0,986%. Errors caused by large data transmitted by the sensor exceeds the capabilities ZigBee communication.

**Key words :** *vital sign monitoring, multipoint, wireless sensor network, ZigBee*

## 1. Pendahuluan

Berkembangnya teknologi membawa dampak perkembangan bidang-bidang lain tidak terkecuali dalam bidang medis. Telah banyak alat maupun sistem yang dibuat untuk perkembangan bidang medis yang memanfaatkan perkembangan teknologi. Salah satu hasil kemajuan teknologi di bidang medis adalah alat *vital sign monitoring* yang dapat mengukur dan menampilkan gambaran *vital sign* tubuh pasien yang berupa grafik sinyal. Dari grafik sinyal tersebut dapat diperoleh informasi-informasi kondisi vital tubuh pasien yang dapat membantu dalam analisa dan penanganan medis yang akan dilakukan.

Sudah ada sistem *vital sign monitoring* yang dapat digunakan untuk memantau *vital sign* seorang pasien dan menggunakan media transmisi berupa kabel serial. Untuk membantu perawat maupun dokter untuk memantau *vital sign* pasien akan dibutuhkan komputer yang akan ditempatkan di ruang dokter maupun perawat sebagai media untuk menampilkan grafik hasil pengukuran. Tentunya akan dibutuhkan kabel serial yang tidak sedikit untuk membuat jalur transmisi dari alat pengukur ke sebuah komputer. Dengan perkembangan teknologi jaringan yang lebih maju, maka dalam tugas penelitian ini akan dirancang sebuah sistem *Wireless Sensor Network* (jaringan sensor nirkabel) yang mampu mengirimkan hasil pengukuran *vital sign* pasien ke komputer sebagai media untuk menampilkan grafik sinyal hasil pengukuran menggunakan jaringan *wireless*. Dalam penelitian ini akan menggunakan alat *monitoring vital sign* tubuh pasien yang dapat mengukur *vital sign* tubuh seperti sinyal jantung (Elektrokardiogram), respirasi, suhu, dan lain-lain. Setelah data pengukuran didapat, data hasil pengukuran akan dikirim melalui jaringan nirkabel menggunakan ZigBee atau IEEE 802.15.4 ke perangkat komputer untuk ditampilkan di layar komputer. Dengan menggunakan jaringan nirkabel dimungkinkan dapat diakses secara *multipoint* oleh *end user*.

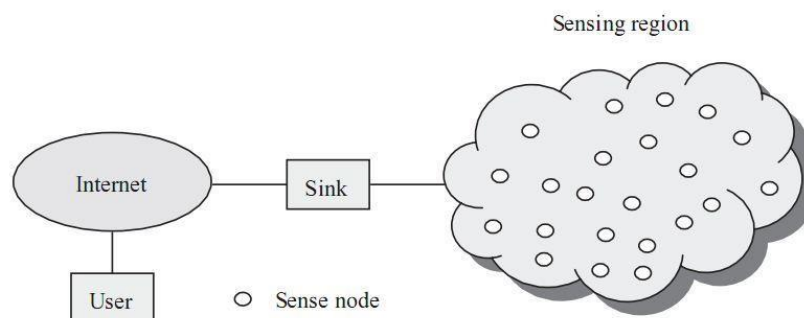
## 2. Dasar Teori dan Perancangan

### 2.1 Vital Sign Monitoring dan Wireless Sensor Network ZigBee

*Vital Sign Monitoring* digunakan untuk memantau beberapa parameter kesehatan pasien yang membutuhkan *monitoring* secara berkelanjutan atau *monitoring* secara berkala. *Vital Sign Monitoring* mempunyai parameter antara lain suhu tubuh, denyut nadi, tekanan darah, dan laju pernapasan. *Vital Sign Monitoring* digunakan untuk kondisi pasien yang tidak terlalu serius, tapi memerlukan pemantauan secara berkala [3].

Modul sensor MGW830 merupakan modul yang terdiri dari banyak sensor, seperti ECG (*Electrocardiogram*), RESP (*Respiration*), NIBP (*No Injury Blood Pressure*), Temp (*Temperature*), IBP (*Injured Blood Pressure*). MGW830 berkomunikasi dengan sistem CPU (*Central Processing Unit*) melalui port serial dengan *baud rate* 115200bps [7].

WSN adalah suatu bagian dari aplikasi jaringan nirkabel yang memungkinkan koneksi tanpa kabel untuk menghubungkan sensor dan pengontrol [8].



Gambar 1 Arsitektur WSN secara umum[9]

Pada umumnya sebuah node sensor terdiri dari empat komponen dasar, yaitu unit *sensing*, unit *processing*, unit komunikasi, dan unit catu daya[8].

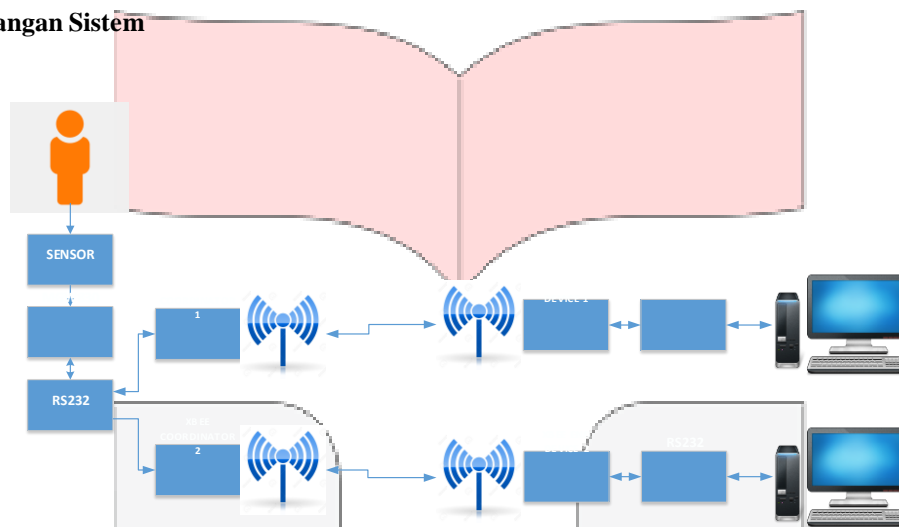
WSN menggunakan banyak komunikasi nirkabel seperti *Bluetooth*, *Zigbee*, UWB (*Ultra Wideband*), dan WiFi. Setiap protokol mempunyai karakteristik tersendiri. UWB dirancang untuk daya rendah, jangkauan pendek, dan kecepatan tinggi. Jangkauan operasi UWB dapat mencapai 10 meter berdasarkan standar IEEE 802.15.3. WiFi didasarkan pada spesifikasi IEEE 802.11. Data *rate* WiFi dapat mencapai 11 Mbps dan dapat mencapai jarak

sampai 100 meter dan membutuhkan daya yang besar. ZigBee adalah teknologi dengan data *rate* rendah, biaya rendah, dan penggunaan daya yang rendah. ZigBee diklasifikasikan ke standar IEEE 802.15.4. Data *rate* dapat mencapai 250kbps [2].

ZigBee adalah sinonim dari protokol IEEE 802.15.4, yang merupakan penelitian yang sedang hangat di teknologi komunikasi nirkabel jarak pendek. Keuntungan utamanya adalah daya rendah, jarak pendek, kompleksitas rendah, kecepatan rendah, murah, dan sebagainya. Hal ini banyak digunakan di kontrol gedung otomatis, pemantauan, kontrol rumah sakit, dan bidang lainnya [4].

Modul RF XBee *Series 2* dirancang untuk beroperasi dalam protokol ZigBee dan mendukung untuk kebutuhan *low cost*, dan *low power wireless sensor network*. Modul membutuhkan daya minimal dan memberikan pengiriman data jarak jauh yang andal antara perangkat [1]. XBee dapat diatur sebagai *coordinator*, *router*, dan *end device*. Pengaturan XBee dapat dilakukan melalui *software X-CTU* yang merupakan *software* khusus untuk pengaturan XBee. Selain *software*, diperlukan juga XBee USB Adaptor untuk menghubungkan XBee ke PC agar XBee dapat dikonfigurasi melalui X-CTU.

## 2.2 Perancangan Sistem



Gambar 2 Blok diagram Sistem

*Vital sign* pasien akan menjadi masukan sistem. Sensor akan mendeteksi besaran-besaran fisis dari tubuh pasien yang kemudian diubah menjadi energi listrik untuk diproses oleh mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengatur sensor dan memproses data dari sensor untuk dikirimkan ke PC. Data dari mikrokontroler akan diteruskan melalui MAX232 pada XBee shield. XBee *shield* berfungsi sebagai antarmuka serial XBee dengan perangkat sensor atau XBee dengan PC. XBee *shield* yang dirancang terdiri dari MAX232, *Input/Output*, catu daya, dan penurun tegangan. MAX232 untuk mengubah level tegangan RS232 ke level tegangan TTL sebelum masuk ke 2 XBee *coordinator*. XBee *coordinator* akan mengirimkan data ke XBee *end device* pasangannya. XBee *end device* akan meneruskan data ke PC melalui MAX232 untuk mengubah level tegangan TTL ke level tegangan RS232 agar dapat terbaca oleh CPU melalui *port db9*. PC akan menampilkan data yang diterima melalui *software* sehingga dapat terbaca hasil pengukuran oleh sensor.

Saat mengirimkan perintah dari *software* seperti pada pengukuran NIBP, perintah memompa *cuff* akan dikirimkan dari PC ke *end device* 1 melalui MAX232 untuk mengubah level tegangan RS232 ke level tegangan TTL. Kemudian perintah dikirim oleh *end device* 1 ke *coordinator* 1. Komunikasi dari *end device* 1 ke *coordinator* 1 bersifat *unicast* sehingga perintah hanya akan dikirimkan langsung ke *node coordinator* 1.

Setelah *coordinator* 1 menerima perintah dari *end device* 1 maka perintah akan diteruskan ke mikrokontroler melalui MAX232 untuk mengubah level tegangan TTL ke level tegangan RS232. Kemudian mikrokontroler akan memompa *cuff* dan hasil pengukuran akan dikirim ke dua *node end device*.

## 3. Pembahasan Sistem

Berdasarkan hasil pengujian perangkat keras yang telah dilakukan, XBee *shield* yang telah dibuat mampu berkomunikasi dengan baik dengan perangkat sensor ataupun PC dengan antarmuka serial.

Tabel 1 Hasil pengujian rangkaian XBee Shield

Rangkaian	Tegangan Masukan	LED	Nilai Hasil Pengukuran Tegangan	
			Kaki 1 XBee	Pin Vcc MAX232
<i>XBee shield coordinator</i>	5 Volt	Menyala	3,3 Volt	4,8 Volt
<i>XBee shield end device 1</i>	5 Volt	Menyala	3,3 Volt	4,8 Volt
<i>XBee shield end device 2</i>	5 Volt	Menyala	3,3 Volt	4,8 Volt

Berdasarkan hasil pengujian *baud rate* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa nilai *baud rate* yang tepat untuk digunakan dalam *sistem vital sign monitoring* pada penelitian ini adalah 115200, ini disebabkan karena *baud rate* pada perangkat sensor MGW830 secara *default* adalah 115200.

Tabel 2 Hasil pengujian baud rate

No	Baud rate	Data	
		MGW830	Hyperterminal
1	9600	Tidak terbaca	Terbaca
2	19200	Tidak terbaca	Terbaca
3	38400	Tidak terbaca	Terbaca
4	57600	Tidak terbaca	Terbaca
5	115200	Terbaca	Terbaca

Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data dari sensor MGW830 ke PC dan hasil pengujian data *rate* XBee menunjukkan bahwa besar data yang dikirimkan oleh perangkat sensor MGW830 ke PC lebih besar jika dibandingkan dengan kemampuan XBee dalam mengirim dan menerima data. Hal ini menyebabkan hasil pembacaan dan hasil *vital sign monitoring* tubuh (suhu tubuh, tekanan darah, dan elektrokardiogram) dari perangkat sensor MGW830 yang dilakukan dengan menggunakan PC secara nirkabel mengalami *error* atau data tidak terbaca sepenuhnya, namun hasil pembacaan dan hasil *monitoring* dari perangkat sensor MGW830 masih dapat ditampilkan pada PC.

Tabel 3 Hasil pengujian data rate MGW830

No	Data Diterima (Byte)	Data Rate (Byte/detik)
1	29677,0	5935,4
2	30610,0	6122,0
3	30863,0	6172,6
4	28840,0	5758,0
5	28621,0	5724,2
<b>Rata-rata</b>	29722,2	5944,4

Tabel 4 Hasil pengujian data rate XBee

No	Penerima 1		Penerima 2	
	Data diterima (Byte)	Data rate (Byte/detik)	Data Diterima (Byte)	Data rate (Byte/detik)
1	17901	3580,2	18706	3741,2
2	18245	3649,0	19608	3921,6
3	17266	3453,2	19401	3880,2
4	18091	3618,2	16910	3382,0
5	17446	3489,2	18829	3765,8
<b>Rata-rata</b>	17789,8	3507,5	18690,8	3738,2

Tabel 5 Hasil pengujian pembacaan suhu tubuh

NO	Data Suhu			
	Via Kabel Serial	Via XBee		Error (%)
	Nilai Suhu (°C)	Penerima 1 Nilai Suhu (°C)	Penerima 2 Nilai Suhu (°C)	
1	35,3	35,3	35,3	0,00
2	35,5	35,6	35,6	0,28
3	35,6	35,6	35,6	0,00

NO	Data Suhu			
	Via Kabel Serial	Via XBee		Error (%)
	Nilai Suhu (°C)	Penerima 1 Nilai Suhu (°C)	Penerima 2 Nilai Suhu (°C)	
4	35,7	35,8	35,8	0,28
5	35,8	35,8	35,8	0,00
6	36	36	36	0,00
7	35,7	35,7	35,7	0,00
8	35,2	35,2	35,2	0,00
9	35	35,1	35,1	0,29
10	35,1	35,1	35,1	0,00

Tabel 6 Hasil pengujian pembacaan tekanan darah

NO	Data Tekanan Darah			
	Via Kabel Serial	Via XBee		Error (%)
	Nilai Tekanan Darah S/M/D(mmHg)	Penerima 1 Nilai Tekanan Darah S/M/D(mmHg)	Penerima 2 Nilai Tekanan Darah S/M/D(mmHg)	
1	139/88/75	0/0/0	0/0/0	100,00
2	156/105/91	158/108/92	0/0/0	49,40
3	158/94/76	158/98/84	158/98/84	5,26
4	157/101/79	0/0/0	0/0/0	100,00
5	153/93/75	151/102/75	0/0/0	50,33
6	154/98/82	158/115/80	0/0/0	49,96
7	149/94/70	145/86/64	145/86/64	5,63
8	153/101/82	0/0/0	0/0/0	100,00
9	142/87/53	0/0/0	143/79/55	48,88
10	146/97/84	0/0/0	0/0/0	100,00

Tabel 8 Hasil pengujian pembacaan sinyal jantung

No	Data Sinyal Jantung			
	Via Kabel Serial	Via XBee		Error (%)
	ECG	Penerima 1 ECG	Penerima 2 ECG	
1	100	101	101	1,00
2	99	100	100	1,01
3	102	102	102	0,00
4	97	99	99	2,06
5	101	100	100	0,99
6	102	102	102	0,00
7	101	100	100	0,99
8	97	97	97	0,00
9	102	104	104	1,96
10	108	106	106	1,85

Rata-rata error untuk pengukuran suhu 0,085%, rata-rata error untuk pengukuran tekanan jantung 60,946%, dan rata-rata error untuk mengukur denyut nadi 0,986%.

Berdasarkan hasil pengujian jarak komunikasi XBee yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dalam kondisi LOS (*Line of Sight*) XBee dapat menerima data berukuran 700 byte yang dikirim dengan jarak maksimal 40 meter tanpa ada data yang hilang. Sedangkan dalam kondisi NLOS (*Non Line of Sight*) XBee dapat menerima

data berukuran 700 byte yang dikirim dengan jarak maksimal 35 meter namun ada data yang hilang, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu adanya tembok atau penghalang.

Tabel 9 Hasil pengujian jarak komunikasi XBee kondisi LOS

No	Jarak (meter)	Data Dikirim (Byte)	Data Diterima (Byte)
1	5	700	700
2	10	700	700
3	15	700	700
4	20	700	700
5	25	700	700
6	30	700	700
7	35	700	700
8	40	700	700

Tabel 10 Hasil pengujian jarak komunikasi XBee kondisi NLOS

No	Jarak (meter)	Data Dikirim (Byte)	Data Diterima (Byte)
1	5	700	700
2	10	700	700
3	15	700	700
4	20	700	700
5	25	700	700
6	30	700	700
7	35	700	653
8	40	700	0

#### 4. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, pengujian, implementasi sistem, dan analisa, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *vital sign monitoring* secara *multipoint* menggunakan *wireless sensor network* ZigBee yang telah dibuat dapat digunakan untuk proses *vital sign monitoring* tubuh dari jarak jauh menggunakan PC secara nirkabel.
2. Kemampuan data *rate* pada Xbee yang lebih kecil jika dibandingkan dengan data *rate* pada perangkat sensor MGW830 menyebabkan hasil *vital sign monitoring* tubuh pada PC menjadi tersendat atau hasil pembacaan sedikit terlambat dan bisa saja terjadinya kehilangan data pada saat proses *monitoring* berlangsung.
3. Rata-rata *error* sistem *vital sign monitoring* dengan komunikasi XBee untuk pengukuran suhu tubuh sebesar 0,085%, rata-rata *error* sistem *vital sign monitoring* dengan komunikasi XBee untuk pengukuran tekanan jantung sebesar 60,946%, dan rata-rata *error* sistem *vital sign monitoring* dengan komunikasi XBee untuk pengukuran denyut nadi sebesar 0,986%. Hal ini menunjukkan sistem dapat digunakan untuk *monitoring* suhu tubuh dan denyut nadi.
4. Kemampuan data *rate* dengan komunikasi kabel jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan komunikasi nirkabel menggunakan Xbee, tetapi penggunaan komunikasi kabel dalam jumlah banyak akan mempersulit dalam instalasi jaringan.
5. XBee dapat berkomunikasi dengan jarak maksimal 40 meter dalam kondisi LOS dan jarak maksimal 35 meter dalam kondisi NLOS, banyaknya penghalang akan mempengaruhi jarak maksimal komunikasi XBee dengan kondisi NLOS.
6. Penggunaan *wireless sensor network* ZigBee pada penelitian ini dapat menghilangkan penggunaan kabel dalam menghubungkan perangkat sensor dengan beberapa buah PC agar dapat berkomunikasi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Farnell. (2016, Februari 26). XBee™ Series 2 OEM RF Modules. Diambil kembali dari farnell datasheets: <http://www.farnell.com/datasheets/27606.pdf>
- [2] Firdaus, Ahriman, Akbar, R., & Nugroho, E. (2014). Wireless Sensor Networks for Microclimate. 2014 IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES), 200-204.
- [3] ID Medis. (2016, Februari 26). Pemeriksaan Tanda-tanda Vital (Vital Signs). Diambil kembali dari ID Medis Website Kesehatan: <http://www.idmedis.com/2014/12/pemeriksaan-tanda-tanda-vital-vitalsigns.html>



- [4] Li, J., Zhu, X., Tang, N., & Sui, J. (2010). Study on ZigBee Network Architecture and Routing Algorithm. 2nd International Conference on Signal Processing Systems (ICSPS), V2 389-V2 393.
- [5] Sparkfun. (2016, Februari 26). RS-232 vs. TTL Serial Communication. Diambil kembali dari Sparkfun Tutorials: <https://www.sparkfun.com/tutorials/215>
- [6] Texas Instruments Incorporated. (2016, Februari 26). MAX232x Dual EIA-232 Drivers/Receivers. Diambil kembali dari MAX232, MAX232I: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>
- [7] User's Guide for Modul MGW830 Model. (t.thn.). USA: GoldWei Corporation.
- [8] Yang, S. (2014). Principles, Design and Application Wireless Sensor Networks. London: Springer.
- [9] Zheng, J., & Jamalipour, A. (2009). Wireless Sensor Networks: A Networking Perspective. Canada.

