



# JOJAPS

eISSN 2504-8457



## Risiko Kebisingan Mesin Tekan Terhadap Pekerja

Zaidani Bin Basri, Maizan Bin Sulaiman, Shahreen Bin Ishak

Jabatan Kejuruteraan Mekanikal

Politeknik Ibrahim Sultan, Km. 10, Jalan Kong Kong 81700 Pasir Gudang Johor

[zaidani\\_69@yahoo.com.my](mailto:zaidani_69@yahoo.com.my), [maizans4@gmail.com](mailto:maizans4@gmail.com), [matyeen@gmail.com](mailto:matyeen@gmail.com)

### Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti risiko yang akan diterima oleh pekerja disebabkan kebisingan yang dihasilkan oleh mesin tekan. Ia melibatkan dua buah kilang, iaitu kilang A yang menghasilkan produk penyambung geganti arus (connector) dan geganti arus (relay) dan kilang B menghasilkan produk seperti pendakap (bracket), plat penekan GTT (push plate GTT) dan sebagainya. Kajian ini menggunakan pendekatan melalui tinjauan lokasi, mengenal pasti sumber bunyi, melakukan soal selidik, membuat pengkontouran paras kebisingan, mengukur dos berpunca daripada kelajuan mesin beroperasi selain daripada permukaan acuan dan jenis bahan yang digunakan.

© 2020 Published by JOJAPS Limited

**Kata kunci :** Getaran, kebisingan,

### 1. Pengenalan

Seperti yang kita sedia maklum, bising adalah satu istilah yang selalu didengari oleh setiap orang. Sumber bising yang kita terima adalah bergantung kepada factor persekitaran samada di kawasan kerja atau di tempat-tempat awam. Terdapat beberapa akta dan peraturan didalam perundangan di Malaysia bagi mengatasi masalah pencemaran kebisingan, antaranya adalah Akta Kilang dan Jentera 1967 (pendedahan kebisingan 1989), Akta Kualiti Alam sekitar 1974 dan Akta kerajaan 1976. Kebisingan yang terhasil akibat daripada aktiviti pekerjaan disektor industri adalah masalah yang boleh merosakkan pendengaran seseorang pekerja apabila terdedah kepada tahap kebisingan yang melewati tahap keselamatan tanpa perlindungan yang sewajarnya. Kesan buruk yang disebabkan oleh egen fizikal ini boleh menyebabkan hilang upaya kekal pada pendengaran disamping boleh membawa maut.

Jabatan kilang dan jentera (peraturan 1989) telah membuat beberapa peraturan yang perlu dipatuhi oleh semua industri yang berkaitan terhadap pekerja yang terdedah kepada bunyi bising yang berlebihan semasa ditempat kerja. Antara peraturan itu adalah peraturan had pendedahan (PEL), dimana majikan perlu memastikan tiada pekerja yang terdedah kepada paras bunyi 90 dB(A) yang berterusan selama 8 jam atau paras bunyi melebihi 115 dB(A) pada sebarang masa atau takat maksima 140 Db(A) untuk bunyi kuat secara tiba-tiba dan juga beberapa peraturan yang lain.

Berdasarkan kajian [1] beberapa kaedah telah dijalankan bagi mengukur kebisingan di kilang, antaranya seperti pemetaan kebisingan, dos pendedahan kebisingan harian pekerja dan pemantauan di kawasan lokasi kerja. S.S.Koi [1] telah membahagikan kepada 2 fasa. Beliau turut memberi cadangan bagi mengurangkan kebisingan dengan menggunakan penyeyap bunyi dan penggunaan plag telinga seperti "ear plug" atau "ear muffs" pada pekerja. Selain dari itu, Kaedah dengan menggunakan borang kaji selidik, pengkontouran kebisingan aras tekanan bunyi pada rajah susunatur loji dan ujian audiometrik [2], sebagai keputusan beliau mendapati kerosakan pendengaran pekerja adalah berkadar terus dengan tahap pendedahan kebisingan yang wujud di sesebuah stesen kerja.

Kajian turut dijalankan oleh A. Fauzi[3], beliau telah membuat kajian kebisingan di kilang tekstil bagi menentukan risiko kebisingan ke atas pekerja. Daripada kajian yang dijalankan berdasarkan pengukur aras tekanan bunyi dan dos pendedahan, didapati kebisingan kilang tekstil adalah pada tahap dibenarkan. Beliau juga memberi beberapa cadangan bagi mengurangkan kebisingan yang terlalu tinggi, antaranya adalah kawalan sumber bunyi, laluan dan juga kepada pekerja. Projek ini bertujuan untuk mengetahui sumber-sumber utama bunyi yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengukuran paras kebisingan menggunakan alat-alat yang telah ditetapkan, dilakukan dan dibandingkan dengan piawai yang telah ditetapkan oleh pihak yang tertentu. Sesetengah pihak syarikat terutama industri kecil dan sederhana, kurang mengambil berat kebajikan serta keselamatan pekerja mereka. Oleh itu, dengan adanya projek ini, kemungkinan dapat membantu pihak syarikat lebih bertanggungjawab terhadap pekerja mereka dan pekerja juga tahu akan risiko yang akan ditanggung jika keselamatan mereka tidak dijaga dengan baik.

## 2. Metodologi

Kajian ini dilakukan keatas dua syarikat iaitu syarikat A dan syarikat B. Tinjauan dilokasi dibuat adalah bagi memahami dengan lebih dekat lagi berkaitan dengan perjalanan sebenar operasi kilang tersebut. Antara tujuannya ialah; (i) mengetahui perjalanan sebenar proses dilakukan (ii) mengetahui stesen-stesen kerja didalam kilang tersebut (iii) Mengklasifikasikan pekerja dan bilangannya yang terlibat pada setiap stesen kerja.

Alat Audiometer adalah alat mengukur kepekaan telinga pada frekuensi yang berbeza dan jenis bunyi yang amat berbeza. Ia menggunakan kaedah pantulan dalam bentuk tekanan gelombang yang diberi unit dB. Audiometer yang digunakan dalam kajian ini adalah jenis Assens Model AD28 Diagnostic Audiometer. Spesifikasi peralatan yang digunakan adalah seperti jadual 2.1.

**Jadual 2.1:** Spesifikasi peralatan Assens Model AD28 Diagnostic Audiometer

| Frequency | AC   | BC    | NB/SN |
|-----------|------|-------|-------|
| Hertz     | dBHL | dBHL  | dBHL  |
| 125       | 90   |       | 70    |
| 250       | 110  | 60/65 | 90    |
| 500       | 120  | 80/85 | 100   |
| 750       | 120  | 80/90 | 100   |
| 1000      | 120  | 90/90 | 100   |
| 1500      | 120  | 90/90 | 100   |
| 2000      | 120  | 90/90 | 100   |
| 3000      | 120  | 90/95 | 100   |
| 4000      | 120  | 80/90 | 100   |
| 6000      | 120  | 70/75 | 100   |
| 8000      | 100  | 60/65 | 80    |

Dalam melakukan ujian ini beberapa kadar kehilangan pendengaran perlu diketahui. Jadual 2.2 menentukan jenis kadar kehilangan pendengaran diri seseorang.

**Jadual 2.2:** Jenis kadar kehilangan pendengaran

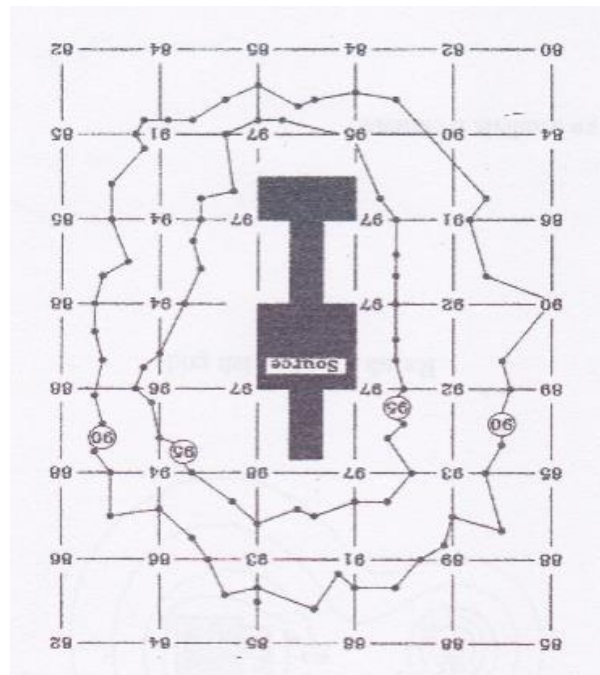
| Bacaan dalam dB | Jenis kehilangan pendengaran           |
|-----------------|----------------------------------------|
| -10 dB ke 25 dB | Keadaan normal                         |
| 26 dB ke 40 dB  | Kehilangan pendengaran ringan          |
| 41 dB ke 55 dB  | Kehilangan pendengaran sederhana       |
| 56 dB ke 70 dB  | Kehilangan pendengaran sederhana teruk |
| 71 dB ke 90 dB  | Kehilangan pendengaran teruk           |
| Melebihi 90 dB  | Kehilangan pendengaran mendalam        |

Terdapat beberapa kaedah dalam menjalankan kajian ini, antaranya adalah soal selidik. Kaji selidik adalah merupakan salah satu kaedah untuk mendapatkan maklumat daripada pekerja yang terdedah kepada paras kebisingan yang tinggi. Borang soal selidik yang disertakan dibahagikan kepada empat bahagian: (i) Pengenalan pekerja (ii) Tugas pekerja (iii) Kaedah komunikasi (iv) Kaedah mengatasi. Dalam mendapatkan keputusan kajian yang baik beberapa kaedah pengukuran telah dibuat, antaranya adalah menggunakan Meter Aras bunyi (SLM) dan Meter Dos kebisingan (Dosimeter)

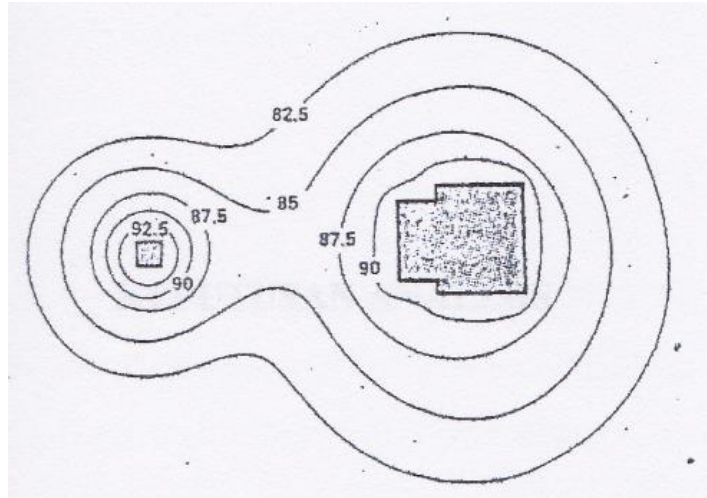
**Jadual2.3:** Piawaian ketepatan meter pengukuran IEC

| Tahap | Jenis kegunaan pengukuran   | Kadar amplitude pada pelarasan tunggal | Ketepatan tunggal |
|-------|-----------------------------|----------------------------------------|-------------------|
| 0     | Rujukan makmal              | 70 dB                                  | 0.5 dB            |
| 1     | Makmal dan pengukuran       | 60 dB                                  | 1.0 dB            |
| 2     | Pengukuran luar secara umum | 50 dB                                  | 1.5 dB            |
| 3     | Tinjauan luar               | 50 dB                                  | 3.0 dB            |

Pengezonan kawasan bising adalah untuk membezakan diantara julat-julat sempadan aras tekanan bunyi yang diperolehi daripada pengukuran dilokasi kajian. Terdapat dua cara atau teknik dalam pengezonan kawasan kebisingan iaitu kaedah terus dan kaedah grid.



**Rajah 2.1** Kaedah terus

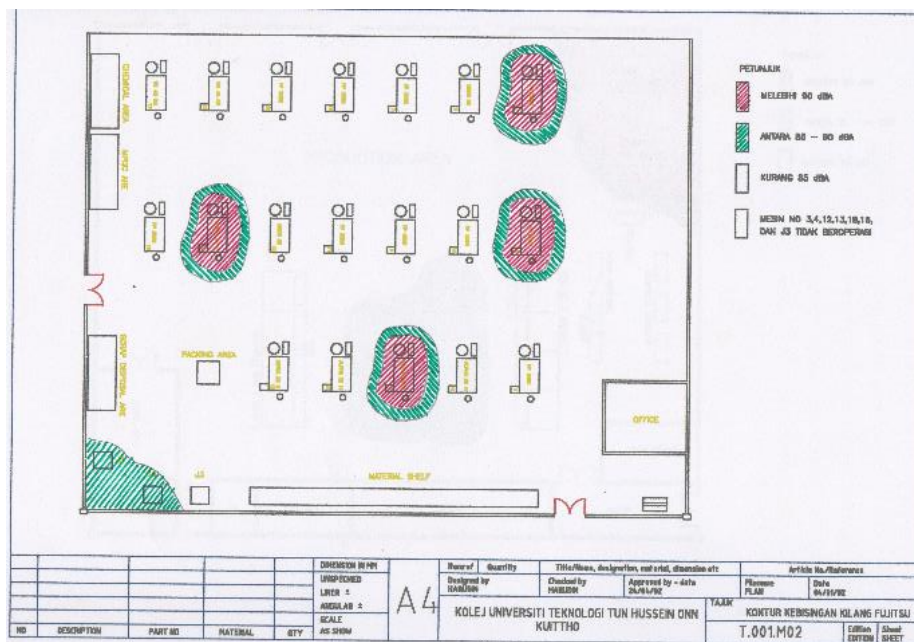


Rajah 2.2 : Kaedah grid

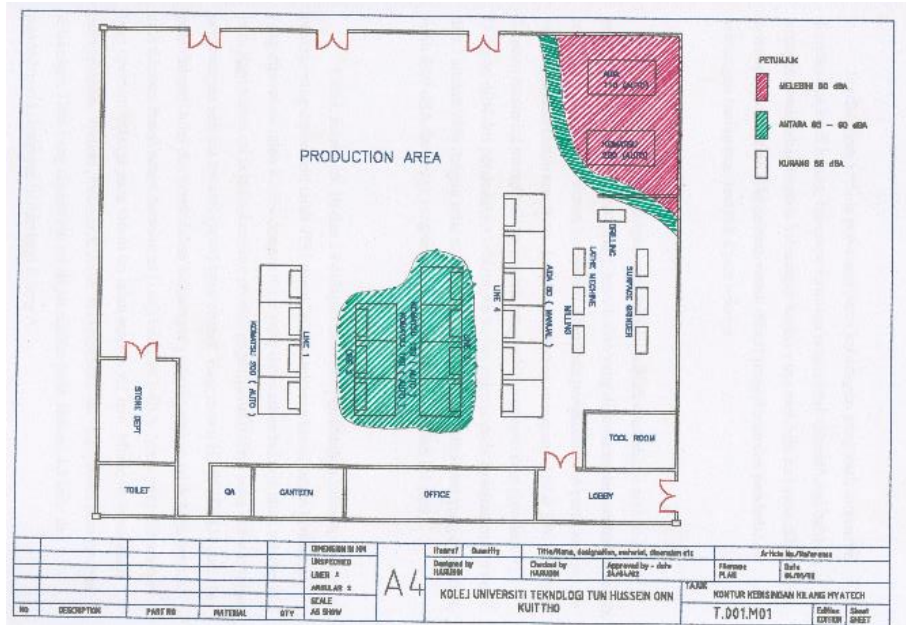
### 3. Keputusan dan perbincangan

#### 3.1. Pemetaan kebisingan

Daripada pengukuran yang dilakukan menggunakan alat Sound Level Meter (SLM) di plotkan pada pelan yang telah disediakan. Keputusan yang didapati di tunjukkan pada rajah 3.1 dan 3.2 iaitu bagi kilang A dan kilang B masing-masing.



Rajah 3.1 : Plan kilang A



Jika dilihat pada rajah 3.1 iaitu pada mesin 1,2,14,dan 19 kebisingan meebih 90 dBA manakala bagi mesin J4 dan J5 kebisingan diantra 85-90 Db. Bacaan ini akan meningkat bilamana penyeyap bunyi dibuka. Penyeyap bunyi adalah satu kaedah untuk mengurangkan kebisingan.

Bagi kilang B, didapati kawasan yang melebihi 90 dBA adalah mesin penebuk komatsu (200 tan) dan Aida (110 tan). Bunyi bising yang terhasil daripada hentaman semasa proses penebukan berlaku. Selain itu factor kebisingan ini dipengaruhi oleh luas permukaan dan kelajuan penebukan dalam 1 minit (ppm) dan jenis bahan. Berdasarkan pemetaan kebisingan yang telah dilakukan dikedua-dua buah kilang. Bagi kilang A, kebisingan yang terhasil adalah disebabkan oleh kelajuan pemotongan selama seminit (ppm). Daripada penkontouran paras kebisingan yang dilakukan hanya mesin no.1,2,9 dan 14 yang mempunyai nilai SPL tertingi di mana mesin ini menghasilkan produk penyambung ganti arus (connector).

### 3.2. Keputusan soal selidik

Daripada soal selidik yang dijalankan kepada pekerja-pekerjaji kilang A dan B, keputusan yang diperolehi disertakan pada jadual 3.1 dan jadual 3.2.

| NO. | Soalan                                                              | Jumlah bilangan pekerja (%) |      |      |      |   |
|-----|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|------|------|---|
|     |                                                                     | 1                           | 2    | 3    | 4    | 5 |
|     | Bhg. A : Pengenalan pekerja                                         |                             |      |      |      |   |
| 1   | Jantina                                                             | 86.9                        | 13   |      |      |   |
| 2   | Umur                                                                |                             | 47.8 | 52.1 |      |   |
| 3   | Tahun perkhidmatan                                                  | 56.6                        | 26   | 17.3 |      |   |
| 4   | Penerangan aspek keselamatan dan kesihatan                          | 86.9                        | 13   |      |      |   |
| 5   | Penerangan 'Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerja dan Peraturannya | 39.1                        | 60.8 |      |      |   |
|     | Bhg. B : Tugas pekerja                                              |                             |      |      |      |   |
| 6   | Waktu bertugas sehari                                               | 52.1                        | 47.8 |      |      |   |
| 7   | Shif                                                                | 52.1                        | 47.8 |      |      |   |
| 8   | Waktu bekerja                                                       | 52.1                        | 47.8 |      |      |   |
| 9   | Usia mesin                                                          | 13.6                        | 4.3  | 82.6 |      |   |
|     | Bhg. C : Kaedah komunikasi                                          |                             |      |      |      |   |
| 10  | Komunikasi percakapan                                               |                             | 17.3 |      | 82.6 |   |
| 11  | Suasana tempat kerja                                                |                             | 73.9 | 26   |      |   |
| 12  | Keadaan pendengaran                                                 | 39.1                        | 34.7 | 26   |      |   |
| 13  | Jangka masa merasa berdengung                                       | 17.3                        | 8.6  | 13   |      |   |
|     | Bhg. D : Kaedah mengatasi                                           |                             |      |      |      |   |
| 14  | Penggunaan alat pendengaran keselamatan                             | 100                         |      |      |      |   |
| 15  | Jenis alat perlindungan keselamatan                                 | 21.7                        | 78.2 |      |      |   |
| 16  | Jangka masa penggunaan alat keselamatan                             |                             | 26   | 73.9 |      |   |
| 17  | Peratus keselesaan                                                  |                             |      | 82.6 | 17.3 |   |

**Jadual 3.1:** Keputusan soal selidik dari kilang A

| No. | Soalan                                                              | Jumlah bilangan pekerja (%) |      |      |      |      |
|-----|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|
|     |                                                                     | 1                           | 2    | 3    | 4    | 5    |
|     | Bhg. A : Pengenalan pekerja                                         |                             |      |      |      |      |
| 1   | Jantina                                                             | 55.1                        | 44.8 |      |      |      |
| 2   | Umur                                                                | 2                           | 46.9 | 36.7 | 14.3 |      |
| 3   | Tahun perkhidmatan                                                  | 87.7                        | 12.2 |      |      |      |
| 4   | Penerangan aspek keselamatan dan kesihatan                          | 71.4                        | 28.5 |      |      |      |
| 5   | Penerangan 'Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerja dan Peraturannya | 61.2                        | 38.7 |      |      |      |
|     | Bhg. B : Tugas pekerja                                              |                             |      |      |      |      |
| 6   | Waktu bertugas sehari                                               | 36.7                        | 42.8 |      |      |      |
| 7   | Shift                                                               | 48.9                        | 51   |      |      |      |
| 8   | Waktu bekerja                                                       | 48.9                        | 51   |      |      |      |
| 9   | Usia mesin                                                          |                             | 97.9 | 2    |      |      |
|     | Bhg. C : Kaedah komunikasi                                          |                             |      |      |      |      |
| 10  | Komunikasi percakapan                                               | 6.1                         |      |      | 93.8 |      |
| 11  | Suasana tempat kerja                                                |                             | 100  |      |      |      |
| 12  | Kecadaan pendengaran                                                | 22.4                        |      | 6.1  | 71.4 |      |
| 13  | Jangka masa merasa berdengung                                       | 10.2                        | 6.1  | 6.1  |      |      |
|     | Bhg. D : Kaedah mengatasi                                           |                             |      |      |      |      |
| 14  | Penggunaan alat pendengaran keselamatan                             | 89.7                        | 10.2 |      |      |      |
| 15  | Jenis alat perlindungan keselamatan                                 |                             | 89.7 |      |      | 10.2 |
| 16  | Jangka masa penggunaan alat keselamatan                             | 12.2                        | 20.4 | 18.3 | 38.8 | 10.2 |
| 17  | Peratus penyelesaian                                                |                             | 14.2 | 53   | 22.4 |      |

**Jadual 3.2 : Keputusan soal selidik dari kilang B**

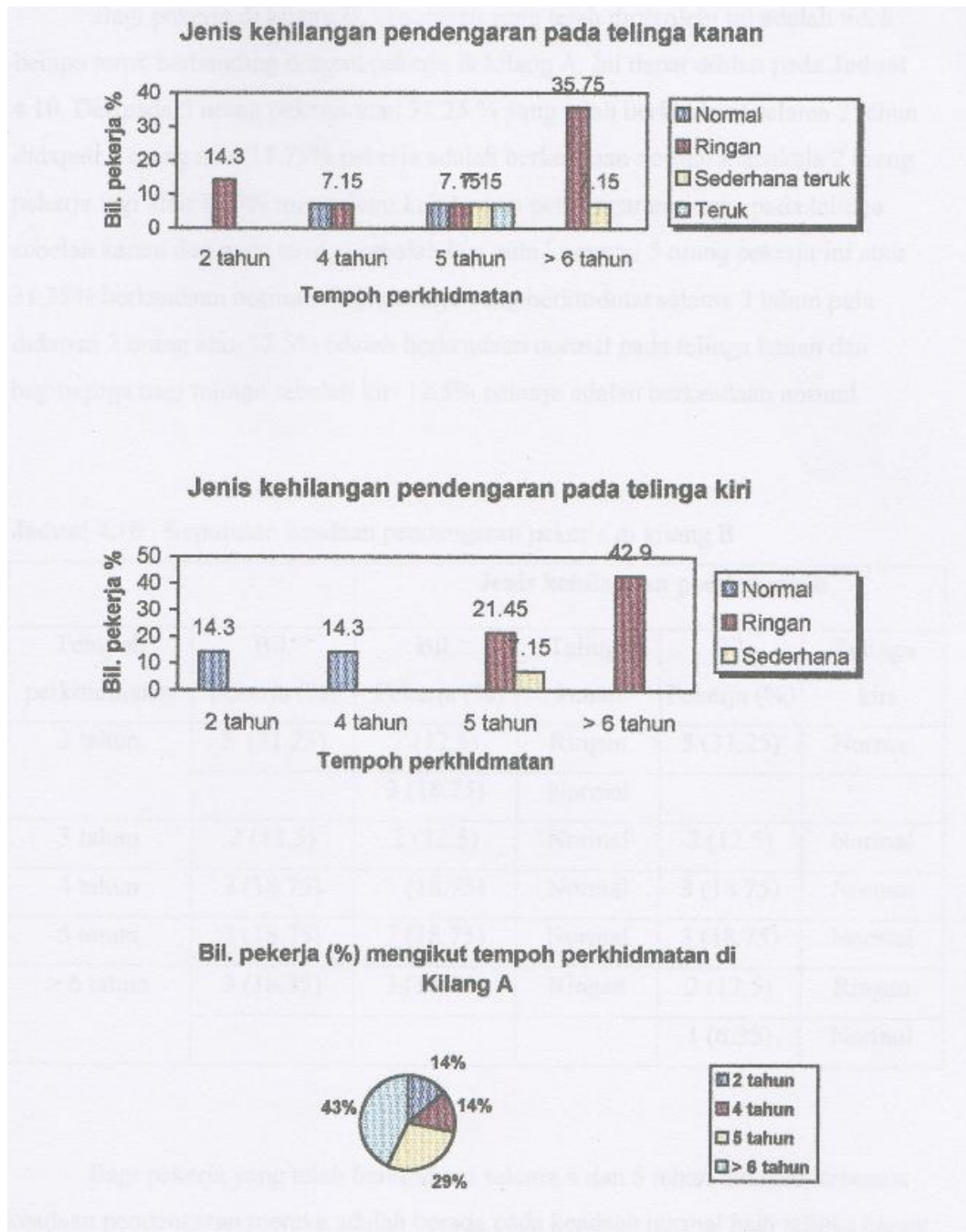
Bahagian A adalah berkenaan dengan pengenalan pekerja. Didapati bilangan pekerja lelaki adalah 86.9% berbanding dengan pekerja wanita iaitu 13.0 % bagi kilang A manakala bagi kilang B 55.1% lelaki dan 44.8 % perempuan. Menurut kajian majoriti pekerja telah mengetahui selok belok mengenai industri pembuatan yang menggunakan mesin tekan kerana telah bekerja lebih dari 3 tahun.

Bahagian B adalah berkaitan dengan tugas pekerja yang mana 52.1% bekerja 8 jam sehari dan 47.8% bekerja diantara 8-10 jam. Pekerja dibahagikan kepada dua shift, A dan B. Jangka **waktu pertukaran shift adalah 7.00 pagi- 3 petang** dan 3.00 petang-11 malam. Manakala bagi kilang B 63.3% bekerja 8-10 jam sehari selebihnya 36.7% bekerja kurang dari 8 jam sehari. Pekerja dibahagi kepada dua shift dengan waktu bekerja 7.00 pagi hingga 3.30 petang dan 3.30 petang hingga 12.00 malam.

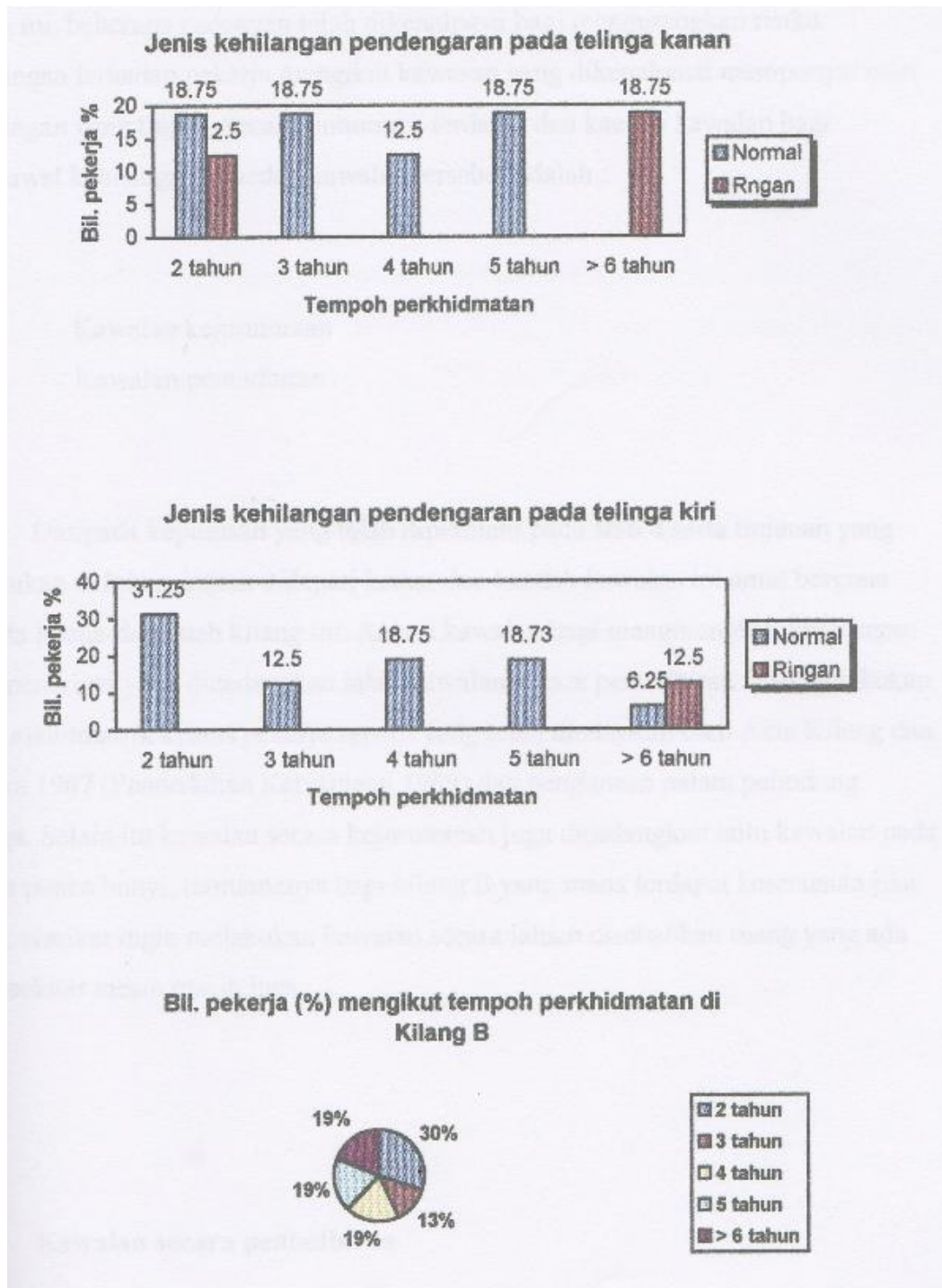
Bahagian C pula adalah berkenaan komunikasi pekerja semasa dan selepas waktu pekerja. Di kilang A sebanyak 82.6 % mengatakan mereka bercakap secara normal semasa bekerja manakala kilang B sebanyak 93.8% pekerja mengatakan mereka bercakap secara normal. Setelah selesai bekerja 34.7 % dari kilang A mengatakan pendengaran mereka kurang jelas manakala bagi kilang B hanya 6.1 % sahaja mengatakan pendengaran kurang jelas.

### 3.3. Kaedah audiometrik

Bagi menganalisis keputusan audiometrik ini pekerja dibahagiakan kepada beberapa lama seseorang itu bekerja iaitu 2 tahun, 3 tahun, 4 tahun, 5 tahun dan melebihi 6 tahun bagi kedua-dua buah kilang tersebut. Keputusan kilang A boleh dilihat pada rajah 3.3. Daripada kajian ini pendedahan kebisingan pada setiap pekerja, pekerja yang mengalami kehilangan pendengaran sederhana teruk ini beliau pernah mengalami kecederaan dikepala selain pernah mengalami masalah pendengaran sebelum mula bekerja di kilang A ini.



**Rajah 3.3 :** Keputusan ujian Audiometrik ke atas pekerja di kilang A



**Rajah 3.4 :** Keputusan ujian Audiometrik ke atas pekerja di kilang B

Bagi kilang B, keputusan yang diperolehi ini adalah tidak begitu teruk berbanding dengan pekerja di kilang A. Ini dapat dilihat pada rajah 3.4. Daripada 5 orang pekerja atau 31.2% yang telah berkhidmat selama 2 tahun didapati 3 orang atau 18.7% pekerja adalah berkeadaan normal manakala 2 orang pekerja lagi atau 12.5% mengalami kehilangan pendengaran ringan pada telinga sebelah kanan dan pada telinga sebelah kiri pula kesemua 5 orang pekerja ini atau 31.25% berkeadaan normal. Bagi pekerja yang telah berkhidmat selama 4-5 tahun didapati kesemua keadaan mereka adalah normal.

Berdasarkan kepada kajian yang telah dilakukan terhadap kedua-dua buah kilang ini, beberapa cadangan yang telah dikenalpasti bagi mengurangkan risiko kebisingan terhadap pekerja mengikut kawasan yang di kenalpasti mempunyai nilai kebisingan yang tinggi. Secara umumnya terhadap dua kaedah kawalan bagi mengawal kebisingan. Kaedah kawalan tersebut adalah:

- i) Kawalan kejuruteraan
- ii) Kawalan pentadbiran.

Daripada keputusan yang telah diperolehi serta tinjauan yang dilakukan di lokasi kajian didapati kedua-dua kaedah kawalan yang amat berguna kepada kedua-dua buah kilang ini. Antara kawalan bagi mengurangkan kebisingan pada penerima yang dicadangkan ialah kawalan secara pentadbiran iaitu melakukan ujian audiometri keatas pekerja seperti yang telah ditetapkan oleh akta kilang dan jentera (1967)(pendedahan kebisingan 1989) dan penggunaan palam perlindungan telinga. Selain itu kawalan secara kejuruteraan juga dicadangkan iaitu kawalan pada laluan punca bunyi, terutamanya pada kilang B yang mana terdapat kesesuaian jika pihak syarikat ingin melakukan kawalan secara laluan disebabkan ruang yang ada pada sekitar mesin masih luas.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan keputusan analisis dan data-data yang diperolehi didapati terdapat perbezaan yang jelas diantara kedua-dua buah kilang ini. Daripada pemetaan kebisingan yang dilakukan terhadap kawasan yang dikenalpasti mempunyai aras tekanan bunyi setara yang melebihi 90 dBA yang mana kawasan ini perlu dilakukan kawalan pengurangan kebisingan samada secara pentadbiran atau kejuruteraan. Bagi kilang B adalah disyorkan menggunakan kawalan secara kejuruteraan iaitu kawalan laluan seperti yang dilakukan pada kilang A. Pendedahan kebisingan yang terhasil ini boleh dikurangkan ke satu tahap yang minimum tetapi ia memerlukan kerjasama antara pekerja dan pihak syarikat. Dalam hal ini pihak syarikat perlu lebih bertanggungjawab bagi memastikan keselamatan pekerja mereka terjamin dari risiko kebisingan yang dihasilkan oleh mesin-mesin.

#### Rujukan

- [1] Wan Mohd .Zaki Wan Mansor (1992).”Kajian kesan kebisingan kepada pekerja dalam sektor industri keluli.” *Tesis, B.Eng. (Mekanikal) UTM, 1991.*
- [2] Siow Seng Koi, (2001).” Competent Person Noise Monitoring,” J.J 127/5/3- 1(92).
- [3] Ahmad Fauzi Ali (1997).” Analisis kebisingan dikilang tekstil.” *Tesis, B.Sc(Mekanikal) ITTHO, 1996.*
- [4] Saleha, I. T., & Hassim, I. N. (2006). A Study on Compliance to Hearing Conservation Programme among Industries in Negeri Sembilan, Malaysia. *Industrial Health, 44*(4), 584-591.
- [5] Lichtenwalner, C. P., & Michael, K. (2019). Occupational Noise Exposure And Hearing Conservation. *Handbook of Occupational Safety and Health, 261-334.*
- [6] Shabani, F., Alimohammadi, I., Abolghasemi, J., Dehdari, T., & Ghasemi, R. (2020). The study of effect of educational intervention on noise annoyance among workers in a textile industry. *Applied Acoustics, 170*, 107515.
- [7] Zaw, A. K., Myat, A. M., Thandar, M., Htun, Y. M., Aung, T. H., Tun, K. M., & Han, Z. M. (2020). Assessment of Noise Exposure and Hearing Loss Among Workers in Textile Mill (Thamine), Myanmar: A Cross-Sectional Study. *Safety and Health at Work, 11*(2), 199-206.
- [8] Brown, P. J., & Yearout, R. D. (1991). Impacts of leisure activity noise levels on safety procedures and policy in the industrial environment. *International Journal of Industrial Ergonomics, 7*(4), 341-346.
- [9] Zohar, D., Cohen, A., & Azar, N. (1980). Promoting Increased Use of Ear Protectors in Noise Through Information Feedback. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 22*(1), 69-79.
- [10] Fan, X., Li, L., Zhao, L., He, H., Zhang, D., Ren, Z., & Zhang, Y. (2020). Environmental noise pollution control of substation by passive vibration and acoustic reduction strategies. *Applied Acoustics, 165*, 107305.

- [11] Wills, A. G., Bates, D., Fleming, A. J., Ninness, B., & Moheimani, S. O. (2008). Model Predictive Control Applied to Constraint Handling in Active Noise and Vibration Control. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 16(1), 3-12.
- [12] Hameed, A., & Mallick, Z. (2012). Some Studies on Noise and Its Effects on Industrial/Cognitive Task Performance and Modeling. *Fuzzy Inference System - Theory and Applications*.
- [13] Mohamed, A. O., Paleologos, E. K., & Howari, F. M. (2021). Noise pollution and its impact on human health and the environment. *Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering*, 975-1026.
- [14] Kwon, N., Park, M., Lee, H., Ahn, J., & Shin, M. (2016). Construction Noise Management Using Active Noise Control Techniques. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(7), 04016014.
- [15] Brown, A. L. (2010). Soundscapes and environmental noise management. *Noise Control Engineering Journal*, 58(5), 493.
- [16] Lai, A., & Huang, C. (2019). Effect of Occupational Exposure to Noise on the Health of Factory Workers. *Procedia Manufacturing*, 39, 942-946.
- [17] Jung, S., Kang, H., Choi, J., Hong, T., Park, H. S., & Lee, D. (2020). Quantitative health impact assessment of construction noise exposure on the nearby region for noise barrier optimization. *Building and Environment*, 176, 106869.
- [18] Botteldooren, D. (2011). Measuring Noise for Health Impact Assessment. *Encyclopedia of Environmental Health*, 646-654.
- [19] Thepaksorn, P., Siri Wong, W., Neitzel, R. L., Somrongthong, R., & Techasrivichien, T. (2018). Relationship Between Noise-Related Risk Perception, Knowledge, and the Use of Hearing Protection Devices Among Para Rubber Wood Sawmill Workers. *Safety and Health at Work*, 9(1), 25-29.
- [20] Rubin, A. D., Codino, J., Costeloe, A., Johns, M. M., Collum, A., & Bottalico, P. (2020). The Effect of Unilateral Hearing Protection on Vocal Intensity With Varying Degrees of Background Noise. *Journal of Voice*.
- [21] Arezes, P. M., & Miguel, A. S. (2013). Assessing the use of hearing protection in industrial settings: A comparison between methods. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(6), 518-525.
- [22] Huang, Y. (n.d.). Effect of earplug use and factors associated with noise induced hearing loss among occupational workers in Guangzhou, China.
- [23] Satish, R., Murugabhoopathy, K., Rajendhiran, N., & Vijayan, V. (2020). Technology strategy for improved safety management in steel industry. *Materials Today: Proceedings*.
- [24] Smith, A. (1990). Noise, performance efficiency and safety. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 62(1), 1-5.